

О. А. БЕЛОУСОВА

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СТУДЕНТА-ХИМИКА:
содержание, оформление, защита**

Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА

О. А. Белоусова

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СТУДЕНТА-ХИМИКА:
содержание, оформление, защита**

Рекомендовано методическим советом УрФУ
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по программам бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки
18.03.01, 18.04.01 «Химическая технология»,
18.03.02, 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2015

УДК 54(075.8)
ББК Ч448.252.45
Б438

Рецензенты:

кафедра химической технологии древесины,
биотехнологии и нанотехнологии»

Уральского государственного лесотехнического университета
(заведующий кафедрой кандидат технических наук, профессор Ю. Л. Ю р ь е в);

А. Я. Е р е м и н, кандидат технических наук
(Восточный научно-исследовательский углехимический институт)

Научный редактор

С. Г. Стахеев, кандидат технических наук

Белоусова, О. А.

Б438 Выпускная квалификационная работа студента-химика: содержание, оформление, защита : [учеб. пособие] / О. А. Белоусова ; [науч. ред. С. Г. Стахеев] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 120 с.

ISBN 978-5-7996-1518-5

В учебном пособии раскрыта роль студента, руководителя, кафедры в процессе подготовки выпускной квалификационной работы. Показано, какими общекультурными и профессиональными компетенциями должен обладать выпускник, учтена его подготовка к производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской и проектной деятельности. Представлены все необходимые для студента-химика сведения по содержанию, оформлению и защите выпускной квалификационной работы и необходимых для защиты документов. Даны примеры формирования отдельных элементов выпускной квалификационной работы.

УДК 54(075.8)
ББК Ч448.252.45

Предисловие

Выпускная квалификационная работа (ВКР) – важный, завершающий этап в обучении студентов, формирующий социальную значимость будущей профессии, высокую мотивацию к выполнению профессиональной деятельности. Учебное пособие охватывает все уровни формирования ВКР – от выбора темы до оформления пояснительной записки и графической части работы. Большая часть материала дана в конкретных примерах для выполнения ВКР-проектов и ВКР — исследовательских работ по направлениям подготовки 18.03.01, 18.04.01, профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и 18.03.02, 18.04.02, профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом на двухуровневое обучение возрастает роль самостоятельной работы студентов. Учебное пособие призвано показать роль ВКР как самостоятельной, завершающей этап обучения работы, определяющей в дальнейшем направление будущей трудовой деятельности. Предназначено для организации самостоятельной работы студента, взаимодействия студента и руководителя при выполнении и оформлении ВКР. Рассматривается структура формирования ВКР, общие принципы и особенности ВКР-проекта и ВКР — исследовательской работы.

Кафедра химической технологии топлива и промышленной экологии готовит выпускников по двум профилям бакалавриата и магистратуры: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» соответственно направлениям работы промышленных предприятий. Поэтому конкретные примеры учебного пособия показывают очень разнообразную тематику ВКР. При выполнении ВКР студент закрепляет подготовку по профилю и готов к выбору будущей деятельности в качестве исследователя (ВКР — исследовательская работа или раздел подготовки данных для формирования технологической схемы), технолога (выполнение технологической части ВКР), проектанта (графическая часть ВКР, раздел безопасности жизнедеятельности), руководителя (технологическая часть, экономическая часть ВКР).

Структура учебного пособия отражает последовательность работы студента над ВКР. Первый этап — закрепление основной цели выполнения ВКР — тех компетенций, которыми

овладевали студенты все годы обучения. Далее — выбор направления: ВКР-проект или исследовательская работа. Следующий этап — формирование общей структуры ВКР и подробное рассмотрение всех элементов структуры ВКР на конкретных примерах. В заключение — правила оформления ВКР и описание процедуры защиты.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлениям (специальностям) профессионального высшего образования — «Положением об итоговой аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации» — в состав итоговой государственной аттестации обязательно входит защита выпускной квалификационной работы.

1.2. Выпускная квалификационная работа (ВКР) — заключительная работа выпускника, на основе которой Государственная аттестационная комиссия (ГАК) решает вопрос о присуждении квалификации в соответствии с уровнем образования «бакалавр» или «магистр» при условии успешной сдачи государственных экзаменов.

1.2.1. Выпускная квалификационная работа на степень бакалавра — самостоятельная работа, содержащая теоретическое и/или экспериментальное исследование, проектно-конструкторское, управленческое, технологическое решение отдельных (частных) задач, отражающих особенности требований к подготовке выпускников по соответствующему направлению. ВКР бакалавра должна быть представлена пояснительной запиской с приложением необходимого демонстрационного (графического) материала. В пояснительной записке ВКР-проекта должна быть выделена проектная (технологическая, расчетная) часть, в которой приводится решение поставленной в дипломном проекте задачи. Проектная часть (чертежи основной аппаратуры технологической схемы), в том числе и необходимая документация, разрабатывается в соответствии с требованиями нормативной документации,

рекомендованной кафедрой (ЕСКД, ЕСТД и др.). Выпускная работа бакалавра исследовательского и реферативного характера может основываться на обобщении выполненных выпускником курсовых работ и проектов, а также являться частью магистерской диссертации. ВКР бакалавра не требует рецензирования.

Исследовательская ВКР — самостоятельное научное исследование конкретной научной или прикладной задачи. Исследовательская ВКР может быть теоретической, экспериментальной или экспериментально-теоретической. Экспериментальная (экспериментально-теоретическая) ВКР должна содержать теоретический раздел, в котором должно быть раскрыто количественное решение одной из задач, поставленных в работе. Графическая часть исследовательской ВКР также состоит из демонстрационного материала (чертежи, таблицы, графики, диаграммы и т. д.).

Право выбора формы ВКР-проект или исследовательская работа — для конкретного студента имеет выпускающая кафедра. При решении крупной задачи возможно создание коллектива студентов, выполняющих комплексную ВКР. Комплексная ВКР — совокупность нескольких ВКР, объединенных общей темой (задачей). Порядок выполнения и защиты таких работ определяет кафедра.

1.2.2. Выпускная квалификационная работа на степень магистра — магистерская диссертация. Это самостоятельная научно-исследовательская, научно-педагогическая, проектная, опытно- и проектно-конструкторская, технологическая и творческая работа. Основой содержания магистерской диссертации должен быть новый материал, включающий описание новых фактов, явлений и закономерностей, или должна быть новизна в установлении подходов к описанию темы, новизна в методах решения проблемы, или должно быть обобщение ранее известных положений с иных научных позиций.

ВКР магистра подлежит обязательному рецензированию.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВЫПУСКНИКА

2.1. Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится выпускник, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей. По направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» выпускники получают квалификацию «академический бакалавр». Область профессиональной деятельности бакалавров, объекты профессиональной деятельности, а также перечень компетенций (общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных), которыми должен обладать бакалавр, перечислены в федеральных образовательных стандартах по направлениям подготовки бакалавров. Дополнительные профессиональные компетенции формируются по согласованию с работодателями — предприятиями и организациями, заинтересованными в подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по соответствующим профилям.

2.2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология» содержит следующие определения.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата включает:

- методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения;
- создание, внедрение и эксплуатацию промышленных производств основных неорганических веществ, строительных материалов, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, лекарственных препаратов.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата с присвоением квалификации «академический бакалавр», являются:

- химические вещества и материалы; методы и приборы определения состава и свойства веществ и материалов;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также системы управления ими и регулирования;
- методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению 18.03.01 с присвоением квалификации «академический бакалавр», готов решать следующие **профессиональные задачи**:

производственно-технологическая деятельность:

- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
- эксплуатация и обслуживание технологического оборудования;
- управление технологическими процессами промышленного производства;
- входной контроль сырья и материалов;
- контроль соблюдения технологической дисциплины;

- контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов;
- исследование причин брака в производстве и разработка мероприятий по его предупреждению и устранению;
- освоение технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;
- участие в работе по наладке, настройке и опытной проверке оборудования и программных средств;
- проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- приемка и освоение вводимого оборудования;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;

научно-исследовательская деятельность:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

организационно-управленческая деятельность:

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборуду-

- дование и т. п.), а также составление отчетности по утвержденным формам;
- выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
 - организация работы коллектива в условиях действующего производства;
 - планирование работы персонала и фондов оплаты труда;
 - подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
 - подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия;
 - проведение организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков;
 - разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
 - проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;
 - планирование и выполнение мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений;

проектная деятельность:

- сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования технологических процессов и установок;
- расчет и проектирование отдельных стадий технологического процесса с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- участие в разработке проектной и рабочей технической документации;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для успешной работы в профессии выпускник — академический бакалавр — по направлению 18.03.01 «Химическая технология» должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)**:

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, способностью в устной и письменной речи правильно (логически) оформить результаты мышления (ОК-2);
- способностью и готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- готовностью к соблюдению прав и обязанностей гражданина (ОК-4);
- готовностью и способностью использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-5);
- готовностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью приобретать новые знания в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-6);
- способностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-7);
- готовностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии, высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способностью понимать движущие силы и закономерности исторического процесса, способностью и готовностью к решению мировоззренческих социально и личностно значимых философских проблем (ОК-9);

- способностью анализировать социально значимые проблемы и процессы, готовностью к ответственному участию в политической жизни (ОК-10);
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-11);
- владением пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования для развития и сохранения цивилизации (ОК-12);
- владением одним из иностранных языков на уровне профессионального общения (ОК-13);
- владением средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готовностью к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-14);
- готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15);

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью и готовностью использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-2);
- готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3);
- владением пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осоз-

нения опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, способностью соблюдать основные требования, возникающие в этом процессе, основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4);

- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5);
- владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);

профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

производственно-технологическая деятельность:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-2);
- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств деловой сферы деятельности; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-3);

- готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-4);
- способностью обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-5);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда; измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-6);
- способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-7);
- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования (ПК-8);
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-9);
- способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-10);

организационно-управленческая деятельность:

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-11);
- готовностью определять стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-12);
- готовностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации и нормировании труда (ПК-13);
- готовностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов предприятия (ПК-14);

научно-исследовательская деятельность:

- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-15);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-18);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-19);

проектная деятельность:

- готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива (ПК-20);
- готовностью использовать информационные технологии при разработке проектов (ПК-21);
- способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-22), а также

дополнительными профессиональными компетенциями (ДПК):

- готовность использовать теоретические закономерности процессов переработки твердых природных энергоносителей

- для анализа существующих технологий и разработки путей их усовершенствования (ДПК-1);
- готовность использовать теоретические закономерности процессов переработки нефтегазового сырья для анализа существующих технологий и разработки путей их усовершенствования (ДПК-2);
 - готовность использовать теоретические закономерности процессов переработки углеграфитовых материалов для анализа существующих технологий и разработки путей их усовершенствования (ДПК-3);
 - готовность выполнить математико-статистический анализ экспериментальных данных, построить план исследований и обработать результаты планирования эксперимента (ДПК-4);
 - готовность проводить критический анализ существующих технологий переработки твердых природных энергоносителей и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-5);
 - готовность проводить критический анализ существующих технологий улавливания и переработки химических продуктов коксования и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-6);
 - готовность проводить критический анализ существующих технологий коксования природных энергоносителей и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-7);
 - готовность проводить критический анализ существующих технологий переработки углеграфитовых материалов и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-8);
 - готовность проводить критический анализ существующих технологий улавливания и переработки химических продуктов коксования и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-9);

- готовность проводить критический анализ существующих технологий переработки нефтегазового сырья и разрабатывать пути их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники (ДПК-10);
- способность использовать современные приборы и методы анализа для соблюдения технологического режима, обеспечивающего максимально высокое качество продукта (ДПК-11);
- осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с требованиями промышленной безопасности (ДПК-12).

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач.

2.2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» содержит следующие определения.

Область профессиональной деятельности выпускников программ бакалавриата включает: создание, внедрение и эксплуатацию энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в производствах основных неорганических веществ, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, лекарственных препаратов и пищевых продуктов, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и сырьевыми ресурсами.

Объектами профессиональной деятельности выпускников программ бакалавриата являются:

- процессы и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- промышленные установки, включая системы автоматизированного управления;
- системы автоматизированного проектирования;
- автоматизированные системы научных исследований;

- сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов;
- методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия;
- системы искусственного интеллекта в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.

Выпускник программ бакалавриата по направлению 18.03.02 готов решать следующие **профессиональные задачи**:

производственно-технологическая деятельность:

- организация входного контроля сырья и материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке;
- контроль качества выпускаемой продукции и ресурсо-, энергопотребления технологических процессов с использованием стандартных методов;
- организация обслуживания и управления технологическими процессами;
- участие в эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- участие в осуществлении мероприятий по охране окружающей среды на основе требований промышленной безопасности и других нормативных документов, регламентирующих качество природных сред;
- участие в работе центральных заводских лабораторий и лабораторий санитарно-эпидемиологического контроля, отделах охраны окружающей среды предприятий различных отраслей промышленности;

организационно-управленческая деятельность:

- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование и т. п.), а также установленной отчетности по утвержденным формам;

- организация работы малого коллектива в условиях действующего производства;
- подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе комплексного анализа экономической эффективности, энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности производства;
- участие в проведении организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных процессов;
- участие в реализации новых технологических процессов;
- разработка оперативных планов работы производственных подразделений, оценка результатов их деятельности и анализ затрат;
- планирование и выполнение мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений, а также анализ и предупреждение аварийных ситуаций;

научно-исследовательская деятельность:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- планирование и проведение экспериментальных исследований по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности при реализации технологического процесса и анализ их результатов;
- математическое моделирование технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования;
- систематизация данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- участие в разработке систем управления процессами;
- участие в проведении мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

- разработка и внедрение информационных систем, баз данных, баз знаний;

проектная деятельность:

- сбор и анализ исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок, характеризующихся высоким уровнем энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасностью;
- анализ и оценка альтернативных вариантов технологической схемы и ее отдельных узлов;
- расчет и проектирование отдельных стадий технологического процесса в соответствии с техническим заданием, учетом эколого-экономических ограничений и требований промышленной безопасности;
- проверка соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Выпускник — академический бакалавр — по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен обладать следующими ***общекультурными компетенциями (ОК):***

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1);
- способностью использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать основные естественно-научные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3);

профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

производственно-технологическая деятельность:

- осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2);
- использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием

- прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред (ПК-3);
- способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий (ПК-4);
 - готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5);
 - способностью следить за выполнением правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда на предприятиях (ПК-6);
 - готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств (ПК-7);
 - способностью использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий (ПК-8);

организационно-управленческая деятельность:

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-9);
- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-10);
- способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-11);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-12);

научно-исследовательская деятельность:

- готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-13);
- способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);
- способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15);
- способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности (ПК-16);

проектная деятельность:

- способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий (ПК-17);
- способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем (ПК-18), а также

дополнительными профессиональными компетенциями (ДПК):

- анализировать процессы, вызывающие загрязнение окружающей среды (ДПК-1);
- способность давать оценку состояния загрязненных природных сред (ДПК-2);
- способность использовать нормативные документы в области охраны окружающей среды (ДПК-3);
- способность осуществлять лабораторный контроль источников загрязнения и окружающей среды (ДПК-4);
- способность выбирать и обосновывать способ утилизации и обезвреживания выбросов, сбросов, отходов (ДПК-5);
- способность планировать и проводить производственный экологический контроль (ДПК-6);
- способность осуществлять инвентаризацию источников загрязнения окружающей среды (ДПК-7);

- способность выполнять расчеты количества выбросов, сбросов, образования отходов от источников загрязнения (ДПК-8);
- способность осуществлять оценку антропогенного воздействия на окружающую среду (ДПК-9);
- способность выполнять экологические расчеты с использованием специализированных программ (ДПК-10);
- способность разрабатывать проекты экологических нормативов (ДПК-11);
- готовность участвовать в разработке экологических разделов прединвестиционных материалов, предпроектной и проектной документации (ДПК-12);
- готовность участвовать в проведении экологической экспертизы и составлять заключение по ее результатам (ДПК-13);
- способность составлять экологическую отчетность предприятия (ДПК-14);
- готовность участвовать в разработке системы экологического менеджмента промышленного предприятия (ДПК-15).

2.3. Выпускник-магистр по направлению 18.04.01 «Химическая технология» и 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» дополнительно должен быть подготовлен

к педагогической деятельности:

- разработке новых лабораторных установок для проведения практикумов;
- разработке учебно-методической документации для проведения занятий;
- проведению лабораторных и практических занятий;
- разработке методов контроля знаний студентов;
- подготовке мультимедийных материалов для учебного процесса.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

3.1. Материал, включаемый в выпускную квалификационную работу, должен быть обработан и систематизирован, название работы должно быть кратким и отражать ее содержание.

Общие требования к выпускным квалификационным работам:

- четкость построения;
- логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность субъективного и неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность полученных результатов и рекомендаций.

3.2. Участники подготовки выпускной квалификационной работы:

- студент;
- выпускающая кафедра;
- руководитель ВКР;
- консультанты;
- нормоконтролер;
- рецензент;
- комиссия по предварительной защите ВКР (по решению кафедры);
- экзаменационная комиссия по защите ВКР.

3.2.1. Студент является единоличным автором ВКР и несет полную ответственность за ее подготовку.

Студент обязан:

- подобрать литературу, совместно с руководителем составить развернутый план пояснительной записки, календарный план выполнения ВКР и графики индивидуальных консультаций с руководителем и консультантами, выполнять работу в соответствии с ними, ставить руководителя в известность о возможных отклонениях от календарного плана и в установленные сроки (как правило, не реже одного раза в 1–2 недели) информировать руководителя о ходе выполнения ВКР (см. *Приложение 1*);
- собрать в период преддипломной практики исходные данные для выполнения ВКР; цель преддипломной практики — закрепление знаний, приобретенных при изучении общепромышленных дисциплин и специальных теоретических дисциплин; самостоятельное изучение и анализ технологических процессов и операций; проведение экспериментов, сбор, изучение и обобщение материалов для выполнения выпускной квалификационной работы; место проведения практики: промышленные предприятия, оснащенные современным технологическим оборудованием и испытательными приборами, научно-производственные объединения и научно-исследовательские лаборатории, в которых возможно получение материалов, связанных с темой выпускной квалификационной работы;
- сдать отчет и зачет по преддипломной практике в установленные сроки (аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета; по итогам аттестации выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»);
- изложить в соответствии с заданием разделы ВКР в виде пояснительной записки и оформить ее в соответствии

- с ГОСТами и нормативно-технической документацией, указанной выпускающей кафедрой;
- сдать на проверку нормоконтролеру пояснительную записку в сброшюрованном виде и демонстрационный материал с подписями руководителя и консультантов;
 - устранить выявленные нормоконтролером замечания;
 - подготовить текст доклада не более чем на 10 мин;
 - передать ВКР руководителю для отзыва не позднее чем за три дня до предварительной защиты, а после предварительной защиты — на внешнюю рецензию;
 - в день заседания экзаменационной комиссии по защите ВКР сдать секретарю ГАК полностью подписанные: ВКР, два экземпляра задания на ВКР, отзыв руководителя и внешнюю рецензию (для ВКР магистра).

Студент имеет право:

- запрашивать у выпускающей кафедры своевременную информацию о тематике ВКР, предполагаемых руководителях, графике защит;
- просить выпускающую кафедру о переносе сроков защиты ВКР в связи с невыполнением графика дипломного проектирования по уважительным причинам;
- самостоятельно определять содержание разделов ВКР, демонстрационного материала и доклада;
- высказывать на заседании экзаменационной комиссии по защите ВКР мнение, отличное от мнения руководителя и рецензента.

3.2.2. Выпускающая кафедра проводит следующие организационные мероприятия:

- собрание студентов-выпускников для их ознакомления с формой и условиями государственных итоговых испытаний (не позднее чем за 6 месяцев до итоговой аттестации);
- ознакомление студентов и руководителей с методическими требованиями к содержанию, выполнению и оформлению квалификационных работ применительно к направлению (специальности) кафедры (не позднее чем за 6 месяцев до итоговой аттестации);

- периодический промежуточный контроль намеченного графика выполнения ВКР на заседаниях кафедры с отражением его результатов на информационном стенде кафедры (с периодом 4–6 недель);
- обсуждение результатов выполняемых ВКР, в том числе в форме предварительной защиты;
- организацию защиты выпускных квалификационных работ на заседаниях экзаменационных комиссий согласно графику, утвержденному деканом факультета.

3.2.3. Руководитель ВКР:

- выдает задание на выполнение ВКР, оказывает студенту помощь в разработке календарного плана выполнения работы, рекомендует структуру и устанавливает объем разделов работы, контролирует ход ее выполнения и проводит консультации;
- имеет право требовать от студента проведения анализа или расчета нескольких вариантов решения тех или иных вопросов ВКР;
- не несет ответственности за качество, содержание и ошибки, допущенные студентом при оформлении ВКР;
- имеет право присутствовать на заседании экзаменационной комиссии по защите ВКР и зачитывать отзыв на ВКР;
- обязан информировать заведующего выпускающей кафедрой о длительном отсутствии студента в период работы над ВКР, о критических отклонениях от графика выполнения ВКР;
- имеет право отказаться от руководства, представив аргументированное заключение о ходе работы над ВКР не позднее чем за месяц до окончания срока подготовки ВКР;
- выносит рекомендацию о продолжении обучения студента в аспирантуре;
- дает начальную рекомендацию по внедрению или публикации результатов работы;
- дает объективный отзыв на ВКР не позднее чем за день до защиты.

В отзыве руководителя должны быть:

- охарактеризованы цели и задачи, которые ставились перед выпускником при выполнении ВКР, указано, в каком объеме они решены;
- отмечена логическая последовательность изложения материала;
- оценены объем и уровень теоретической и экспериментальной работы выпускника, уровень его общей подготовки, способность его к самостоятельной деятельности, практическая и теоретическая значимость выполненной работы, качество ее выполнения.

В заключение отзыва научный руководитель формулирует свое мнение о выполненной работе, о рекомендации ее к защите; указывает, заслуживает ли выпускник присвоения ему соответствующей квалификации. Отзыв научного руководителя должен быть подписан им с полным указанием фамилии, имени, отчества, ученого звания и ученой степени, места работы и занимаемой должности (*Приложение 2*).

3.2.4. Консультантами по специальным разделам ВКР назначаются преподаватели соответствующих кафедр по представлению заведующих этими кафедрами.

Консультант:

- рекомендует перечень необходимой литературы;
- определяет содержание и структуру специального раздела ВКР;
- определяет порядок проведения индивидуальных консультаций и проводит квалифицированные консультации по разделу ВКР;
- контролирует соблюдение графика выполнения своего раздела в ВКР (расписывается за выполнение раздела в задании на выполнение ВКР), ставит подпись на титульном листе ВКР.

В настоящее время назначаются консультанты по двум разделам ВКР — экономическая часть и безопасность жизнедеятельности и экологичность проекта (работы).

3.2.5. Нормоконтролер:

- консультирует студентов по вопросам оформления ВКР;
- дает устные пояснения к замечаниям по оформлению пояснительной записки и демонстрационного (графического) материала;
- проводит нормоконтроль ВКР в соответствии с графиком (расписывается за соответствие ВКР ГОСТам, СНИПам и нормативно-технической документации, указанной кафедрой);
- имеет право не принимать к рассмотрению пояснительную записку в несброшюрованном виде, без подписей студента, консультантов и руководителя, не подписывать пояснительную записку и демонстрационный (графический) материал, оформленный с нарушениями.

3.2.6. Рецензент в рецензии на выпускную квалификационную работу (магистра):

- освещает соответствие работы избранной теме, ее актуальность;
- дает развернутую характеристику каждого раздела с выделением положительных и отрицательных сторон;
- показывает степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизну, значение для теории и практики;
- дает рекомендации об использовании результатов исследования в соответствующей сфере деятельности, общую оценку ВКР;
- имеет право не рассматривать пояснительную записку в несброшюрованном виде, а также демонстрационный (графический) материал без подписей студента, консультантов, руководителя и нормоконтролера.

В рецензии также отмечаются недостатки работы, если таковые имеются. В заключительной части рецензии дается мнение рецензента о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям Положения [7], о рекомендации ее к защите,

об общей оценке работы, о присвоении выпускнику соответствующей квалификации. Рецензия должна быть подписана рецензентом с полным указанием фамилии, имени, отчества, ученого звания, ученой степени, места работы и занимаемой должности и заверена по месту работы рецензента (*Приложение 3*).

3.2.7. Комиссия по предварительной защите ВКР:

- оценивает соответствие пояснительной записки и демонстрационного (графического) материала заданию на выполнение ВКР;
- просматривает наличие необходимых подписей;
- выслушивает доклад студента и задает вопросы по теме ВКР;
- дает рекомендации по содержанию доклада, демонстрационного (графического) материала;
- требует устранения замечаний в пояснительной записке, демонстрационном (графическом) материале;
- выносит решение для утверждения на заседании кафедры («допустить к защите на экзаменационной комиссии», «допустить после устранения замечаний», «перенести защиту»).

3.2.8. Заведующий кафедрой принимает решение о допуске квалификационных работ к защите;

3.2.9. Экзаменационная комиссия по защите ВКР:

- проводит заседания в соответствии с графиком;
- выносит комплексную оценку уровня подготовки выпускников и соответствия их подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта;
- выносит решение об оценке ВКР;
- имеет право отменять (переносить) свои заседания в случае отсутствия председателя, рекомендовать продолжение обучения студента в аспирантуре, ВКР к внедрению, результаты ВКР к публикации.

3.3. Критериями оценки ВКР являются:

- обоснованность актуальности темы исследования, соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;
- уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала, обоснованность и четкость сформулированных выводов и обобщений;
- четкость структуры работы и логичность изложения материала, методологическая обоснованность исследования;
- новизна экспериментально-исследовательской базы;
- владение научным стилем изложения, орфографическая и пунктуационная грамотность;
- объем и анализ научной литературы по исследуемой проблеме;
- соответствие формы представления дипломной работы всем требованиям, предъявляемым к оформлению работ;
- содержание отзывов руководителя и рецензента;
- качество устного доклада;
- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации во время защиты работы.

При оценке выпускной квалификационной работы могут быть приняты во внимание публикации соискателя, авторские свидетельства, отзывы практических работников системы образования и научных учреждений по тематике исследования.

4. ТРЕБОВАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

4.1. Выпускная квалификационная работа должна быть представлена в форме рукописи и демонстрационного материала. Демонстрационный материал представляется по решению кафедры:

- в форме чертежей, схем, таблиц, плакатов, выполненных карандашом, тушью либо с использованием современных компьютерных технологий (пакеты Excel, Mathcad, «Компас»);
- презентации, демонстрируемой на экране с использованием проектора и/или в виде раздаточного материала.

Принимаемые в ВКР основные инженерные и технические решения, расчеты конструкций должны соответствовать требованиям СНиПов, ГОСТов, территориальных и ведомственных норм.

ВКР должна быть сброшюрована и переплетена.

Объем ВКР не ограничен строгими рамками и оптимально составляет 20–30 машинописных страниц основного текста работы для бакалавра, не более 100 страниц для магистра.

Оформление ВКР должно соответствовать требованиям стандарта на оформление отчета о научно-исследовательской работе — ГОСТ 7.32.

Структурными элементами ВКР являются:

- титульный лист;
- реферат на русском и иностранном языках;
- содержание;

- обозначения и сокращения (включаются при необходимости);
- введение;
- основная часть (включает литературный (аналитический) обзор, технологическую часть, расчетную часть, экономическую часть, описание безопасности жизнедеятельности и экологичности исследуемого объекта);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

4.2. Требования к содержанию структурных элементов ВКР.

4.2.1. Т и т у л ь н ы й л и с т. Титульный лист является первой страницей ВКР и служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

Пример оформления титульного листа дипломного проекта приведен в *Приложении 4*.

4.2.2. Р е ф е р а т. Реферат должен содержать:

- сведения об объеме ВКР, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста ВКР, которые в наибольшей мере характеризуют ее содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать:

- объект исследования или разработки;
- цель ВКР;
- задачи ВКР;
- результаты работы;
- основные конструктивные, технологические или исследовательские результаты;
- рекомендации по внедрению полученных результатов;
- область применения;

- экономическую эффективность или значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования. Если ВКР не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей реферата, то в тексте реферата она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется.

Рассмотрим примеры содержания реферата для ВКР-проекта и ВКР — исследовательской работы.

Пример 1. К ВКР-проекту по направлению 18.03.01.

Реферат

Выпускная квалификационная работа-проект 136 с., 21 рис., 16 табл., 50 источников.

**КРУЗЕНШТЕРНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ПРИРОДНЫЙ
ГАЗ, ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕ, ГИДРАТЫ ПРИРОДНОГО
ГАЗА, ИНГИБИТОР ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ, МЕТАНОЛ,
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СЕПАРАЦИЯ**

Объект — технологические участки сбора газа (промысловый газопровод-шлейф) и подготовки его к транспортированию (установка низкотемпературной сепарации с турбокомпрессорным агрегатом), выполнены расчеты технологических процессов и оборудования.

Цель работы — выбор оптимального способа решения проблемы гидратообразования на технологических участках.

В результате предложен новый подход к методике расчета количества ингибитора гидратообразования и способа его подачи в поток газа, транспортируемого по газопроводу-шлейфу. На установке подготовки газа методом низкотемпературной сепарации предлагается организация рецикла ингибитора, а также применение турбокомпрессорного агрегата для увеличения выхода конденсата и возможности компримирования газа до давлений, используемых для транспортирования газа по магистральным газопроводам.

Определены место и время образования заданного количества гидратной массы, количество метанола для ее разрушения.

Рассчитаны конструктивные параметры центробежно-струйной форсунки установки ввода метанола в газопровод-шлейф и низкотемпературного сепаратора.

Выполнен экономический расчет срока окупаемости установки ввода метанола на шлейфе, изложены вопросы безопасности эксплуатации установок.

В тексте реферата для ВКР-проекта отражены следующие разделы:

- объект исследования или разработки;
- цель ВКР;
- результаты работы;
- основные конструктивные, технологические результаты;
- рекомендации по внедрению полученных результатов;
- область применения;
- экономическая эффективность работы.

Пример 2. К исследовательской ВКР по направлению 18.03.01.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 58 с., 8 рис., 11 табл., 30 источников.

**КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕК, ТЕРМООКИСЛЕНИЕ,
РЕАКЦИОННАЯ ВОДА, ПЕРЕРАБОТКА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ
СМОЛЫ, ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА, ТЕМПЕРАТУРА
РАЗМЯГЧЕНИЯ, СТЕРЕОХИМИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Объектом исследования является электродный каменноугольный пек.

Цель работы — количественное определение реакционной воды, получаемой при термоокислении электродного пека.

В процессе работы проведено экспериментальное термоокисление пеков на лабораторной установке для окисления жидких углеводородов с определением реакционной воды по методу Дина и Старка.

Экспериментально было установлено, что в изотермических условиях окисления начало и экстремальные значения скорости

водовыделения, а также суммарное количество реакционной воды являются индивидуальной характеристикой пека.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: в составе лабораторной установки использована оригинальная конструкция насадки Дина и Старка, позволяющая определять количество выделенной воды с точностью 0,01 мл.

Степень внедрения: методика определения реакционной воды внедрена в арсенал специальных методов анализа каменноугольного пека в ОАО «ВУХИН».

Рассчитаны экономические затраты на проведение исследований, рассмотрены вопросы техники безопасности работы в лаборатории при выполнении анализов.

Значимость работы: анализ может быть использован для прогнозирования степени «старения» каменноугольных пеков при их хранении и транспортировании в жидком виде.

В тексте реферата для ВКР — исследовательской работы отражены следующие разделы:

- объект исследования или разработки;
- цель ВКР;
- задачи ВКР;
- результаты работы;
- основные конструктивные, технологические или исследовательские результаты;
- рекомендации по внедрению полученных результатов;
- область применения;
- экономическая эффективность;
- значимость работы.

4.2.3. Содержание. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы ВКР. Примеры выполнения содержания к ВКР-проекту и ВКР — исследовательской работе приведены в *Приложении 5*.

4.2.4. Введение. Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения научных исследований. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, указана цель ВКР и перечень подлежащих решению задач. Задачи определяются разделами ВКР-проекта или исследовательской работы. В проекте это, как правило, литературный (аналитический) обзор, технологическая часть, расчетная часть, экономическая часть и раздел безопасности жизнедеятельности. Рассмотрим примеры выполнения введения к ВКР-проекту и исследовательской ВКР.

Пример 3. Введение к ВКР-проекту по направлению 18.03.01.

Введение

Природный газ является сырьем, потребители которого, как правило, находятся на значительных расстояниях от районов добычи, поэтому газ транспортируют по магистральным газопроводам. Одно из наиболее серьезных осложнений, возникающих при добыче, транспорте и переработке природных газов, связано с их способностью образовывать гидраты [ссылка на источник]. На борьбу с гидратообразованием только при добыче газа тратится до 20 % от его промысловой себестоимости. Нельзя назвать универсальный метод, который бы обеспечил максимальную эффективность применения при минимальном уровне затрат. В каждом конкретном случае вопрос о проведении антигидратных мероприятий должен решаться отдельно, в зависимости от параметров транспортируемого или добываемого газа, местоположения газопровода и прочих факторов.

Целью выпускной квалификационной работы является предложение способов решения проблемы гидратообразования в системах сбора и подготовки к транспорту природного газа Крузенштерновского газоконденсатного месторождения.

Задачи, решаемые в процессе выполнения проекта:

- обзор и анализ информации о газовых гидратах, условиях их образования и технологических участках, благоприятст-

- вующих их скоплению, методах борьбы с гидратообразованием;
- выбор оптимального решения проблемы гидратообразования на основных технологических участках сбора и подготовки к транспорту природного газа Крузенштерновского месторождения;
 - выполнение расчетов материального и теплового балансов, выбор оборудования и расчет его основных габаритов;
 - анализ экономической эффективности принятых технологических решений, рассмотрение вопросов безопасности и экологичности.

Пример 4. Введение к исследовательской ВКР по направлению 18.03.01.

Введение

Высокие требования металлургии к коксу обусловлены необходимостью получения высококачественной и конкурентноспособной металлопродукции. Поэтому для производства кокса высокого качества выполнение требований сохранения обоснованных пропорций участия марок коксующихся углей в составе угольной шихты приобретает неоспоримое значение. Важно точно определять характеристики, и в частности пластометрические показатели: величину толщины пластического слоя — Y (мм) и пластометрическую усадку — X (мм). От этого зависит и коэффициент технологической ценности углей.

Целью выпускной квалификационной работы является решение проблемы установления причин расхождения показателей величины пластического слоя для углей, анализируемых в разных лабораториях.

Задачи, решаемые в процессе выполнения работы:

- аналитический обзор способов оценки пластических свойств спекающихся углей;
- анализ причин расхождения показателей спекающихся и коксующих свойств углей в различных лабораториях;

- экспериментальное определение влияния отдельных факторов на пластометрические показатели;
- расчет затрат на выполнение научно-исследовательской работы;
- рассмотрение вопросов безопасности работы в лаборатории.

4.2.5. Основная часть. В основной части ВКР приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной работы.

Основная часть должна состоять:

- а) из аналитического обзора;
- б) технологической части;
- в) исследовательской части;
- г) расчетной части;
- д) экономической части;
- е) раздела безопасности жизнедеятельности.

Рассмотрим содержание разделов основной части ВКР:

а) **Аналитический обзор.** В результате обобщения материала литературных, патентных и других источников проводится обоснование и выбор направления работы, включая методы решения задач и их сравнительную оценку (описание выбранной общей методики проведения исследовательской работы). В *Приложении 5* приведены примеры содержания ВКР-проекта и ВКР — исследовательской работы.

Содержание в части литературного обзора должно быть достаточно подробным, чтобы при его рассмотрении были ясны все аспекты обзора. Как правило, изложение начинают с истории проектируемого процесса производства, кем, когда и как был впервые осуществлен такой процесс, какие он претерпел изменения, какие способы производства еще существуют для получения аналогичной продукции, какие способы разрабатываются в настоящее время. Описать требования к качеству выпускаемой продукции (ГОСТы, ТУ и др.). В аналитическом обзоре необходимо рассмотреть варианты аппаратного оформления процесса, при

необходимости варианты применяемых катализаторов, типы насадок, адсорбентов и т. п.

В обзоре исследовательской работы рассматривают историю исследований в данном направлении, достигнутые результаты, недостатки или упущения предыдущих исследований.

Выводы из обзора должны указывать на принятое решение, обосновывающее достижение цели работы.

Пример 5. Выводы из аналитического обзора ВКР-проекта.

Выводы

При определенных условиях природный газ Крузенштерновского газоконденсатного месторождения способен образовывать гидраты с влагой, содержащейся в нем. Причем индивидуальные компоненты, входящие в его состав, способны образовывать гидраты как первого (характерно для метана, пропана, углекислого газа), так и второго (характерно для азота, пропана, бутана) типов.

Рассмотрев специфику нуждающихся в защите от гидратов технологических участков сбора и промышленной подготовки природного газа и разнообразные методы борьбы с гидратообразованием для газоконденсатного месторождения Крузенштерновское, считаю возможным принять следующие технологические решения:

- для предотвращения гидратообразования в системах промышленного сбора газа теплоизолировать шлейфы и коллекторы, поддерживать безгидратный режим эксплуатации. Для разрушения гидратных отложений вводить ингибитор гидратообразования — метанол;
- для осушки природного газа Крузенштерновского ГКМ выбрать способ низкотемпературной сепарации с использованием турбокомпрессорного агрегата. В качестве ингибитора гидратообразования использовать метанол.

Для подробного рассмотрения выбраны два технологических участка борьбы с гидратообразованием в системе сбора (в шлейфах и коллекторах) и подготовки газа к транспорту (установка низкотемпературной сепарации), поскольку подход к расчету расхода

метанола и способу его подачи для ингибирования систем сбора газа нуждается в усовершенствовании; осушка газа на промысле является самым «ответственным» этапом подготовки его к транспорту, от эффективности ее проведения зависит режим эксплуатации магистральных газопроводов; в связи с тем, что рассматриваемое месторождение является газоконденсатным, необходимо организовать процесс конденсации углеводородов из газовой фазы на установке подготовки газа к транспорту как можно более полно; меры по борьбе с гидратообразованием на этих двух технологических участках являются взаимосвязанными (потоками метанола, параметрами газа), поэтому возникает необходимость разработки и предложения способов их совместного эффективного функционирования.

Пример 6. Выводы из аналитического обзора ВКР — исследовательской работы.

Выводы

Многие исследования подтверждают, что наиболее эффективным способом управления качеством и технологией получения каменноугольного пека является термоокисление в контролируемых условиях. Целесообразность этого способа в сравнении с другими можно обосновать следующими аргументами:

- в нашей стране это многолетний опыт термоокисления пека на пекококсовых установках, что позволяет использовать эту схему для получения электродного пека;
- ресурсосбережение — весьма актуальный аргумент вследствие дефицита пека в России. Выход электродного пека марки «В» из смол с привлечением процессов термоокисления на 15–20 % выше, чем по технологии вакуумной дистилляции;
- регулируя параметры режима термоокисления при получении электродного пека, можно регулировать уровень реакционной способности его карбонизата в составе пековой композиции. Этот показатель весьма важен, особенно для эксплуатационной стойкости анодов Содерберга.

Предполагается, что одним из контролирующих параметров может служить выделяющаяся в ходе окисления реакционная вода, по количеству которой можно рассчитать количество кислорода, участвующего в реакциях уплотнения и оценить технологические показатели качества пека с точки зрения реакционной активности его углеводородов. Такой эксперимент планируется провести в исследовательской части работы.

б) **Технологическая часть.** содержит описание существующей и предлагаемой технологической схемы, недостатков и способов их устранения. Рассмотрим примеры технологической части ВКР-проекта и технологической части исследовательской ВКР.

Пример 7. Содержание технологической части ВКР-проекта для направления 18.03.01, в котором рассматривается проектирование новой для данного завода установки.

Технологическая часть

На ЗАО «Антипинский НПЗ» функционирует установка вакуумной перегонки мазута, с производительностью по остаточной фракции (гудрону) 500 т/сут. Эта тяжелая фракция в дальнейшем не перерабатывается, хотя является ценнейшим сырьем нефтеперерабатывающей промышленности.

С целью увеличения глубины переработки нефти и получения большего количества светлых фракций, на данном заводе предлагается внедрить технологию гидрокрекинга в суспендированной фазе.

Технология гидрокрекинга в суспендированной фазе

В начале 1990 года начались разработки новой концепции для достижения полного превращения и облагораживания остатков. Эти усилия привели к разработке запатентованной технологии, которая позволяет осуществить почти полное превращение в дистилляты самых тяжелых нефтезаводских остатков, а также облагораживание посредством удаления гетероатомов или их сокращения до уровня, с которым можно справиться в обычных нефтезаводских операциях. Применение технологии гидрокрекинга в суспендированной фазе исключает производство и обращение с нефтяным

коксом. Как технология присоединения водорода, она увеличивает производство синтетической нефти более чем на 20 %.

С технологической точки зрения, гидрокрекинг в суспендированной фазе — это процесс гидрокрекинга, основанный на уникальных особенностях нанодиспергированного (суспензия) катализатора с использованием специального гомогенного изотермического реактора, работающего в инновационной технологической схеме, которая допускает почти полное (>98 %) превращение сырья в дистилляты, а также высокую степень облагораживания.

Катализатор процесса гидрокрекинга в суспендированной фазе

Активной фазой процесса является катализатор — молибденит (MoS_2) без носителя в форме нанопластин, образующихся на месте из нефтерастворимых первичных форм.

Наблюдения с помощью электронной микроскопии (просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения) выявили превосходную дисперсию катализатора. Большая часть MoS_2 присутствует в виде одиночных изолированных пленок. Явления наслоения (частицы из 2–3 пленок) охватывают лишь незначительную часть катализатора.

Поскольку металлы осаждаются в виде сульфидов, образующих отдельные фазы без интерференции с обнаженными активными центрами MoS_2 , катализатор практически не подвергается изменению в течение всего процесса, таким образом, исключая старение. Не требуется замена катализатора (и соответствующие выключения установки), типичные для всех каталитических процессов гидропереработки.

В противоположность традиционным катализаторам на носителях, используемым в реакторах со стационарным и кипящим слоем, новый катализатор гидрокрекинга в суспендированной фазе не испытывает проблем забивки, обусловленной отложением металлов и кокса в порах носителей.

Снижение действия кокса, большая площадь поверхности и отсутствие диффузионных сопротивлений массопередаче помогают катализатору быть более активным, чем катализаторы на

носителях. Очень высокая удельная активность позволяет сохранять концентрацию катализатора на уровне нескольких тысяч млн^{-1} . Регулирование температуры с диспергированным катализатором однородное, тогда как катализатор на носителе может подвергаться местным перегревам. Применение суспендированных катализаторов без носителей особенно полезно в случае сырья, содержащего высокую концентрацию загрязнителей, в частности металлов и асфальтенов.

Превращение тяжелых продуктов в дистиллят инициируется термически через разрыв С–С и образование свободных радикалов. Реакции поглощения водорода быстро прекращаются и избегают механизма цепной реакции через β -расщепление свободных радикалов и их рекомбинацию, которая ведет к образованию кокса. Расстояние между пластинками MoS_2 в суспендированной фазе на несколько порядков ближе к размеру молекулы нефти, чем у любого катализатора на носителе. Это сокращает момент времени между образованием радикала и гидрогенизации на катализаторе, ограничивая тем самым образование кокса.

Технология приготовления катализатора

Из-за особенностей технологии приготовления катализаторов гидрокрекинга на катализаторных фабриках большинство из них выпускаются в окисленной форме и нуждаются в активации путем сульфидирования. Эта, по существу, последняя стадия приготовления катализатора гидрокрекинга осуществляется непосредственно в реакторе промышленной установки. Режим сульфидирования определяет эффективность работы катализатора в процессе. Задача состоит не только в переводе металлов в сульфидную форму, но и в создании активного центра нужной природы и структуры.

Традиционно на заводах применяют следующие способы сульфидирования металлов:

- серой;
- сырьем с повышенным содержанием серы;
- заводским сероводородом;
- гидроочищенным сырьем с добавлением специальных сульфидирующих агентов.

Сульфидирование серой — наиболее простой способ активации катализатора. Однако он неприменим в случае плотной упаковки гранул катализатора, так как сводит на нет все его преимущества.

В нашем случае сульфидирование металлов происходит за счет непосредственно сырья с высоким содержанием серы.

Формирование необходимой конфигурации активных центров происходит в две стадии:

1. Предварительное сульфидирование по реакции $\text{MoO}_3 \rightarrow \text{MoS}_3$.

2. Активация при температуре 400–440 °С по реакции $\text{MoS}_3 \rightarrow \text{MoS}_2$.

На этой стадии происходит окончательное формирование активной поверхности катализатора.

В итоге можно сделать вывод, что новый, передовой катализатор в суспендированной фазе имеет целый ряд преимуществ и прекрасно подходит для нашего процесса.

Технологическая схема процесса

Промышленная установка гидрокрекинга в суспендированной фазе включает нагревательно-реакционную секцию (печи, реактор), системы очистки и циркуляции водорода (газосепаратор высокого давления, колонны осушки и очистки, водородный компрессор) и блок газо- и погоноразделения (сепаратор низкого давления, колонна ректификации гидрогенизата).

Сырье установки смешивается с катализатором, и смесь нагревается последовательно в теплообменнике 8 и змеевиках нагревательной печи 4. Нагретая смесь тангенциально поступает в нижнюю часть реактора 1. При тангенциальном вводе сырья увеличиваются завихрения и перемешивание сырья в реакторе. Для создания барботирующего эффекта в нижнюю часть реактора компрессором 11 нагнетают водород, который идет из абсорбера, смешиваясь со свежим водородом.

Парожидкостная смесь после реактора охлаждается в теплообменнике 8 и конденсаторе-холодильнике 9 и подается и сепаратор

высокого давления 6. Отделившийся от жидкой фазы водород проходит очистку от сероводорода в абсорбере 3, осушку и, смешиваясь со свежим водородом, нагнетается в реактор. Давление жидкого гидрогенизата, поступающего через редукционный 10 в сепаратор низкого давления 7, снижается до атмосферного. После отделения в сепараторе 7 газообразных углеводородов и частично сероводорода катализат, подогретый в змеевиках нагревательной печи 5, направляется на ректификацию во фракционирующую колонну 2. Пары, отходящие с верха фракционирующей колонны 2, охлаждаются в холодильнике 14 и поступают в сепаратор 15. Сверху сепаратора 15 отводится топливный газ. Часть конденсата, образовавшегося в сепараторе 15, возвращают в виде острого орошения во фракционирующую колонну 2. С низа отпарных колонн 16 и 17 отбираются соответственно фракция (190–250 °С) и фракция (270–350 °С). Непревращенные остатки (остаточную фракцию) вместе с диспергированным катализатором возвращают обратно в нижнюю часть реактора 1.

Для ограничения накопления металлов (Ni и V), а также удаления остаточных углеводородов и металлов (включая Mo), проводят продувку (<7 %).

Рассмотрев технологическую схему процесса, трудно определить все ее сильные и слабые стороны. Для определения тонких моментов необходимы расчеты основных аппаратов (реактор гидрокрекинга, абсорбер), материального и теплового балансов реактора.

К технологической части должна быть приложена технологическая схема на листе формата А4.

Если в проекте рассматривается усовершенствование имеющейся на данном заводе установки, то необходимо привести в технологической части описание имеющейся установки и далее привести описание установки с предлагаемыми усовершенствованиями. Технологическую схему начертить уже с усовершенствованиями, выделить их цветом или ограничить пунктиром.

В выводах из технологической части необходимо указать, какие расчеты в расчетной части необходимо выполнить.

Пример 8. Вывод из технологической части ВКР.

Вывод

Таким образом, предлагается реконструкция установки щелочной очистки пропан-бутановой фракции для совершенствования метода регенерации раствора щелочи с получением дисульфидного масла.

В расчетной части проекта необходимо выполнить расчет материального баланса щелочной очистки пропан-бутановой фракции, материальный и тепловой балансы регенерации раствора щелочи с получением дисульфидного масла. Рассчитать габариты основных аппаратов: барботажного реактора и трехфазного отстойника.

в) **Исследовательская часть** (для исследовательской ВКР или исследований, на основе которых формируется технологическая схема в проектной ВКР). Описание процесса теоретических и (или) экспериментальных исследований, включая определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований, методы расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики. Обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ. Обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований. Рассмотрим пример исследовательской части ВКР — исследовательской работы.

Пример 9. Вывод из исследовательской части ВКР.

Результаты экспериментов показали прямую зависимость реакционной способности низкомолекулярных углеводов пека от содержания α -фракции: чем ее в пеке больше, тем более реакционноспособна к окислению его γ -фракция. По количеству

выделившейся реакционной воды можно рассчитать количество кислорода, участвующего в реакциях уплотнения, а также оценивать технологические показатели качества пека с точки зрения реакционной активности его углеводов. Полученные данные позволяют рекомендовать к применению в качестве анализа изменение динамики выделения реакционной воды. Анализ может быть использован для прогнозирования степени «старения» каменно-угольных пеков при их хранении и транспортировании в жидком виде.

г) **Расчетная часть.** Содержит расчет материальных и тепловых балансов, габаритов основных аппаратов усовершенствованной технологической схемы или поверочный расчет основных аппаратов существующей технологической схемы (при переходе на новое сырье, материалы), результаты математического моделирования технологических процессов и др.

Рассмотрим примеры расчета материального и теплового баланса, а также примеры расчета габаритов основного аппарата технологической схемы. Наиболее часто необходим для направления 18.03.01 расчет габаритов реактора (колонного аппарата), для направления 18.03.02 — расчет циклона. Также рассмотрим необходимый для направления 18.03.02 пример расчета ПДВ.

Представление в отчете данных о свойствах веществ и материалов проводятся по ГОСТ 7.54, единицы физических величин — по ГОСТ 8.417.

Пример 10. Содержание расчетной части ВКР-проекта для направления 18.03.01.

Расчетная часть

Расчет материального баланса процесса гидрокрекинга

Исходные данные для расчета.

На установку гидрокрекинга поступает 500 т/сут. гудрона. Зная массовые доли продуктов на выходе, посчитаем количество каждого компонента (таблица 1).

Таблица 1 — Выход продуктов в процессе гидрокрекинга

Продукт	Выход, % мас.
Сероводород	2,2
Аммиак	0,8
Газы $C_1 — C_4$	4
Фракция (190–250 °С)	15
Фракция (270–340 °С)	53
Рециркулят (340–500 °С)	25

Расход водорода в процессе составляет 2,58 % мас. [ссылка на источник].

Из рециркулята производится отбор остаточных углеводородов и металлов в размере 7 % от сырья [ссылка на источник]. Следовательно, рециркулята поступает 120 т/сут. Производительность реактора по сырью равна 620 т/сут.

Из данных таблицы 1 следует, что в реактор гидрокрекинга поступает на переработку 500 т/сут. гудрона. В ходе процесса образуется 120 т/сут. фракции (340–500 °С), которая направляется на рециркуляцию в реактор. В реактор поступает 620 т/сут. Исходя из того, что плотность сырья равна 975 кг/м³ (таблица 1), в реактор поступает 635,9 м³ сырья.

Кратность рециркуляции водорода равна 1200 м³/м³ [ссылка на источник].

Следовательно, на 1 м³ сырья приходится 1200 м³ водорода находящегося в процессе. Таким образом, в реактор поступает 763076,9 м³/сут. водорода. При плотности водорода 0,09 кг/м³ [ссылка на источник] массовый расход водорода поступающего в реактор равен 68,68 т/сут.

В ходе всего процесса расходуется 16 т/сут. водорода. После выхода установки в рабочий режим свежего водорода потребуется подавать 16 т/сут.

Отношение катализатора к сырью равно 1:1000 [ссылка на источник].

В реактор поступает: $620 \cdot 0,001 = 0,62$ т/сут. катализатора.

Катализатор расходуется только во время продувки (отвод остаточных углеводородов и металлов), которая составляет 7 % от сырья [ссылка на источник], что соответствует 35 т/сут. На продувку идет тяжелый, непрореагировавший остаток, в котором и содержится катализатор. В ходе этого процесса расходуется 0,035 т/сут. катализатора. На рециркуляцию идет фракция 340–500 °С, в количестве 120 т/сут.

Таблица 2 — Материальный баланс процесса гидрокрекинга

Статьи прихода			Статьи расхода		
Продукт	Кол-во, т/сут.	%, мас.	Продукт	Кол-во, т/сут.	%, мас.
1. Сырье:			1. Газы C ₁ — C ₄	24,80	3,70
– свежее сырье	500	72,75	2. Фракция (190–250 °С)	93,0	13,87
– фракция (340–500 °С)	120	17,46	3. Фракция (270–340 °С)	328,60	49,0
2. Водород:			4. Сероводород	13,64	2,03
– свежий	16	2,33	5. Аммиак	4,96	0,74
– рециркулирующий	50,68	7,37	6. Водород на рециркуляцию	50,68	7,57
3. Катализатор:			7. Рециркулят:		
– свежий	0,035	0,005	– фракция (340–500 °С), в том числе:	120,0	17,89
– рециркулирующий	0,585	0,085	– катализатор	0,585	0,087
			– остаточные УВ + Me, в том числе:	35,0	5,22
			– катализатор	0,035	0,005
Итого:	687,30	100	Итого:	670,68	100

Невязка баланса равна 2,4 %, следовательно, материальный баланс сходится.

Пример 11. Расчет теплового баланса.

Тепловые расчеты реактора гидрокрекинга

Целью теплового расчета реактора является:

- проверка достаточности поверхности теплообмена реактора путем сравнения величины расчетной поверхности ($F_{\text{расч}}$) с имеющейся у выбранного аппарата геометрической теплообменной поверхностью $F_{\text{геом}}$;
- определение расхода теплоносителя или охлаждающего агента.

Общее уравнение теплового баланса реактора

Все тепловые расчеты базируются на законе сохранения энергии (в данном случае тепловой).

Уравнение теплового баланса можно представить в следующем виде:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}},$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5,$$

где Q_1 — теплосодержание смеси исходных веществ при загрузке в реактор, кДж/ч;

Q_2 — тепло, которое необходимо подвести к реакционной массе или отвести от нее для обеспечения нужного температурного режима процесса, кДж/ч;

Q_3 — тепловой эффект процесса, кДж/ч;

Q_4 — теплосодержание реакционной массы (продуктов реакции) при соответствующей температуре, кДж/ч;

Q_5 — тепловые потери в окружающую среду, кДж/ч.

Расчет теплосодержания смеси исходных веществ и теплосодержания реакционной массы:

$$Q = G \cdot C \cdot T,$$

где G — массовый расход вещества, кг/ч;

C — теплоемкость вещества, кДж/кг·град;

T — температура вещества, °К.

Расчет теплосодержания смеси исходных веществ, кДж/кг, находим по формуле:

$$Q_1 = G_{\text{гуд}} \cdot C_{\text{гуд}} \cdot T_{\text{гуд}} + G_{\text{рец}} \cdot C_{\text{рец}} \cdot T_{\text{рец}} + G_{\text{вод}} \cdot C_{\text{вод}} \cdot T_{\text{вод}},$$

где $G_{\text{гуд}}$, $G_{\text{рец}}$, $G_{\text{вод}}$ — массовые расходы соответственно сырья (гудрона), рециркулята (тяжелого остатка с температурой кипения $> 350^\circ\text{C}$) и водорода;

$C_{\text{гуд}}$, $C_{\text{рец}}$, $C_{\text{вод}}$ — теплоемкости соответственно сырья, рециркулята и водорода;

$T_{\text{гуд}}$, $T_{\text{рец}}$, $T_{\text{вод}}$ — температуры соответственно сырья, рециркулята, водорода.

$$Q_1 = 20830 \cdot 2,09 \cdot 733 + 5000 \cdot 2,15 \cdot 703 + \\ + 750000 \cdot 14,33 \cdot 723 = 7809910685 \text{ кДж/ч.}$$

Расчет теплосодержания реакционной массы, кДж/час, находим по формуле:

$$Q_4 = G_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}} + G_{\text{вод}} \cdot C_{\text{вод}} \cdot T_{\text{вод}} + G_{\text{ам}} \cdot C_{\text{ам}} \cdot T_{\text{ам}} + \\ + G_{\text{св}} \cdot C_{\text{св}} \cdot T_{\text{св}} + G_{\text{увг}} \cdot C_{\text{увг}} \cdot T_{\text{увг}},$$

где $G_{\text{пр}}$, $G_{\text{вод}}$, $G_{\text{ам}}$, $G_{\text{св}}$, $G_{\text{увг}}$ — массовые расходы соответственно продукта реакции (смесь нефтепродуктов), непрореагировавшего водорода, аммиака, сероводорода и углеводородных газов ($C_1 — C_4$);

$C_{\text{пр}}$, $C_{\text{вод}}$, $C_{\text{ам}}$, $C_{\text{св}}$, $C_{\text{увг}}$ — теплоемкости соответственно продукта, водорода, аммиака, сероводорода и углеводородных газов;

$T_{\text{пр}}$, $T_{\text{вод}}$, $T_{\text{ам}}$, $T_{\text{св}}$, $T_{\text{увг}}$ — температуры соответственно продукта, водорода, аммиака, сероводорода и углеводородных газов.

$$Q_4 = 19542 \cdot 2,1 \cdot 713 + 749375 \cdot 14,63 \cdot 713 + 167 \cdot 0,622 \cdot 713 + \\ + 667 \cdot 0,254 \cdot 713 + 1667 \cdot 3,6 \cdot 713 = 7850606955 \text{ кДж/ч.}$$

Расчет теплового эффекта процесса гидрокрекинга

Тепловой эффект процесса гидрокрекинга равен 832 кДж/кг [ссылка на источник].

Следовательно при производительности реактора равной 25830 кг/ч, тепловой эффект процесса, Q_3 равен 21490560 кДж/ч.

Расчет тепловых потерь в окружающую среду

С учетом техники безопасности температуру наружной поверхности теплоизоляции при нагревании принимаем равной 40 °С. Минимальная толщина слоя изоляции равна 0,06 м [ссылка на источник].

Потери тепла от реактора в окружающую среду, кДж/кг, рассчитываем по формуле:

$$Q_5 = \alpha_{\text{возд}} \cdot F_{\text{изол}} \cdot \tau \cdot (t_{\text{изол}} - t_{\text{возд}}),$$

где $\alpha_{\text{возд}}$ — коэффициент теплопередачи от стенки к воздуху, учитывающий передачу тепла как конвекцией, так и лучеиспусканием, Вт/(м²·К°);

$\alpha_{\text{возд}} = 9,74 + 0,07 \cdot (40 - 20) = 11,14$ Вт/(м² · К°) [ссылка на источник];

$F_{\text{изол}}$ — площадь поверхности изоляции реактора, через которую тепло теряется в окружающую среду, м²; $F_{\text{изол}} = 2\pi rL$;

τ — продолжительность тепловой ступени процесса, с;
 $\tau = 3600$ с;

L — высота реактора, м;

r — сумма радиуса реактора и минимальной толщины изоляции, м.

$$F_{\text{изол}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 26 = 244,92 \text{ м}^2.$$

$$Q_5 = 11,14 \cdot 244,92 \cdot 3600 \cdot 20 = 196445433 \text{ кДж/ч.}$$

Получившиеся результаты сведем в итоговую таблицу.

Таблица 3 — Тепловой баланс реактора гидрокрекинга

Статьи прихода			Статьи расхода		
Тепловая энергия	кДж/ч	%, мас.	Тепловая энергия	кДж/ч	%, мас.
1. Теплосодержание смеси исходных веществ	7809910685	99,7	1. Теплосодержание реакционной массы	7850606955	97,6
2. Тепловой эффект процесса	21490560	0,3	2. Тепловые потери в окружающую среду	196445433	2,4
Итого:	7831401245	100	Итого:	8047052388	100

Невязка баланса равна

$$(7831401245 - 8047052388) : 7831401245 = 0,0275.$$

В ходе расчета теплового баланса допускается ошибка в 5 %. В нашем случае она равна 2,75 %, что укладывается в заданный интервал.

После расчетов теплового баланса можно сделать вывод, что реактор не нуждается в отводе или подводе тепла извне. В данном случае температура по высоте колонны поддерживается за счет теплового эффекта экзотермической реакции гидрокрекинга.

Пример 12. Расчетная часть ВКР-проекта для направления 18.03.02.

Расчет материально-экологического баланса

Исходные данные для расчета приведены в таблицах 4–5.

**Таблица 4 — Материально-сырьевой баланс существующей схемы
отделения подготовки сырья и шихты**

№ п/п	Наименование сырья, мате- риалов, отходов, поступаю- щих в производство	Единица измере- ния, %	Поступило в производ- ство	Выход в про- дукцию	Безвозвратные потери			
					Всего	В том числе		
						В атм.	В водные объекты	Прочие (просьбы)
1	Концентраты 1	т	285000,0 (48)	281950,0 (48)	6203,73 (1,045)	106,5 (0,018)	97,23 (0,017)	6000 (1,010)
2	Привозные концентраты	т	237583,05 (40)	234998,10 (40)				
3	Флюсовые материалы	т	43118,90 (7,28)	42797,40 (7,28)				
4	Обезвоженные кеки	т	3856,0 (0,65)	3822,31 (0,65)				
5	Пыль, шламы	т	2896,0 (0,49)	2879,11 (0,49)				
6	Известняк	т	21000,0 (3,54)	20804,30 (3,54)				
7	Цементационная мель	т	145,0 (0,04)	144,0 (0,04)				
Итого:			593598,95 (100)	587395,22 (100)				

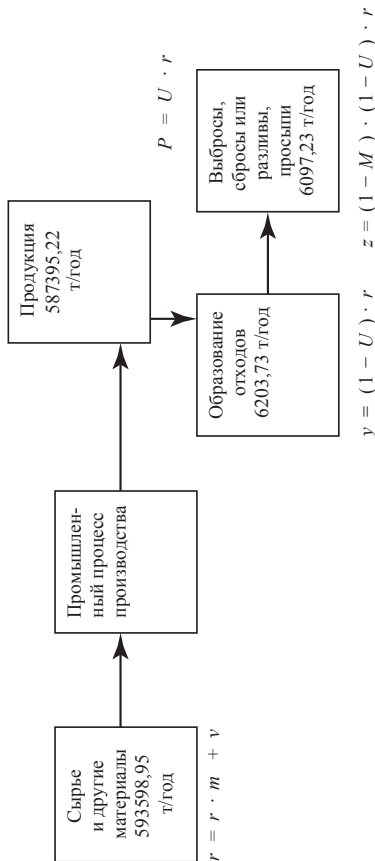
**Таблица 5 — Материально-сырьевой баланс проектируемой
схемы отделения подготовки сырья и шихты**

№ п/п	Наименование сырья, матери- алов, отходов, поступающих в производство	Единица измерения, %	Поступи- ло в про- изводство	Выход в продук- цию	Уловлено очистными устройст- вами	Безвозвратные потери	
						Всего	В том числе В атм.
1	Концентраты 1	т	285000,0 (48)	282175,0 (48)	55,37 (0,009)	2,12 (0,0004)	2,12 (0,0004)
2	Привозные концентраты	т	237583,05 (40)	235223,0 (40)			
3	Флюсовые материалы	т	43118,90 (7,28)	42691,0 (7,28)			
4	Обезвоженные кеки	т	3856,0 (0,65)	3812,0 (0,65)			
5	Пыль, шламы	т	2896,0 (0,49)	2866,0 (0,49)			
6	Известняк	т	21000,0 (3,54)	20791,0 (3,54)			
7	Цементационная медь	т	145,0 (0,04)	141,04 (0,04)			
Итого:			593598,95 (100)	587668,87 (100)			

Окончание табл. 5

№ п/п	Наименование сырья, материалов, отходов, поступающих в производство	Единица измерения, %	Количество образованно- го отхода	Код отхода	Наименование отхода	Класс токсич- ности
1	Концентраты 1	т	55,369 (0,009)	31200000000000	Металлургические шла- ки, сѐемы и пыль	3
2	Привозные концентраты	т				
3	Флюсовые материалы	т	5872,59 (0,99)	99000000000000	Прочие коммунальные отходы (мусор и смет со специфическими вред- ными загрязнениями)	4
4	Обезвоженные кеки	т				
5	Пыль, шламы	т				
6	Известняк	т				
7	Цементационная медь	т				

Материально-экологический баланс существующей схемы подготовки сырья и шихты



t — период времени, за который изучали систему, год;

$r \cdot m$ — количество сырья, поступившее в производство за время t ;

v — количество материалов, поступивших в производство за время t ;

$r = r \cdot m + v$ — общее количество сырья и материалов, поступивших в производство;

$U = P/r$ — показатель производства, характеризующий уровень использования сырья и материалов в продукции за время t , $0 < U < 1$.

$U = 0$ означает нулевой уровень производства (все сырье и материалы ушли в отходы), $U = 1$ означает полное использование сырья и материалов в продукте (отходы равны нулю). При $U = 0,9895$ — использование сырья и материалов в продукте составляет 98,95 %.

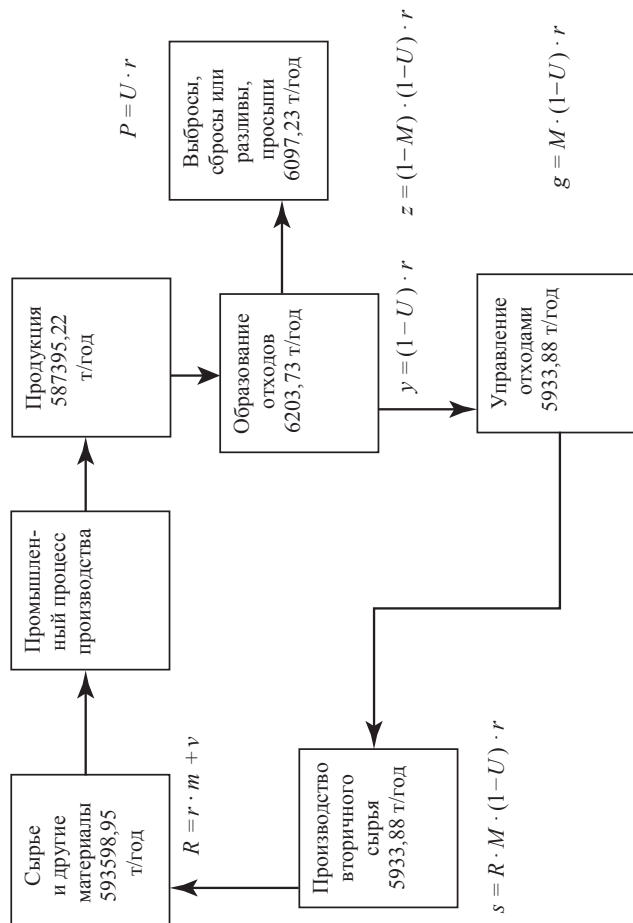
$P = U \cdot r$ — количество сырья и материалов в продукции, произведенной за время t ;

$y = (1 - U) \cdot r$ — количество твердых, жидких и/или газообразных отходов, образовавшихся за время t ;

$M = g/y = g/(1 - U) \cdot r = 0$ — показатель, характеризующий уровень отходов, охваченный системой управления отходами за время t , $0 < M < 1$. $M = 0$ — означает нулевой уровень управления отходами, все отходы выбрасываются в окружающую среду. $M = 1$ — означает тот факт, что все отходы охвачены системой управления отходами;

$z = (1 - M) \cdot (1 - U) \cdot r$ — количество отходов, выброшенных в атмосферу, водные объекты, на почву и вызывающих загрязнение окружающей среды.

Материально-экологический баланс проектируемой схемы отделения подготовки сырья и шихты



где $g = M \cdot (1 - U) \cdot r$ — количество твердых, жидких и/или газообразных отходов, охваченных системой управления (временное хранение, сбор, транспортировка, переработка и окончательное захоронение);
 $s = R \cdot M \cdot (1 - U) \cdot r$ — количество вторичного сырья, полученного в результате переработки твердых, жидких и/или газообразных отходов.

Вывод

Расчет материально-экологического баланса существующей и проектируемой схемы отделения подготовки сырья и шихты показывает, что с внедрением новой схемы происходит сокращение выбросов в окружающую среду и внедряется система управления отходами — уловленная пыль, мусор и смет с производственных помещений возвращаются в производство. При проектируемой схеме отделения подготовки сырья и шихты улучшаются следующие показатели: $U = 1$ (при существующей схеме $U = 0,98$), $M = 0,9996$ (при существующей схеме $M = 0$), $R = 1$ (при существующей схеме $R = 0$).

Пример 13. Расчет аппарата для ВКР-проекта по направлению 18.03.02.

Расчет аппарата для очистки выбросов от пыли

Расчет циклона

Рассчитаем сухой центробежный циклон по следующим данным: объем очищаемого воздуха $V = 23200 \text{ м}^3/\text{ч}$; температура очищаемого воздуха $t = 130 \text{ }^\circ\text{C}$; влагосодержание $f = 6 \text{ г}/\text{м}^3$; барометрическое давление 101325 Па ; разрежение газа перед циклоном $p = -196 \text{ Па}$; запыленность газа $q = 2 \text{ г}/\text{м}^3$; плотность пыли $\rho_{\text{п}} = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$; плотность воздуха $\rho_{\text{возд}} = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$ [ссылка на источник]. В таблице 6 приведен дисперсный состав пыли.

Таблица 6 — Дисперсный состав пыли

Размер частиц, мкм	< 5	5–10	10–15	15–20	20–40	> 40
Средний размер частиц, мкм	4	7,5	14,5	18	33	45
% мас.	5	7	10	20	22	38

Предусматривается к установке групповой циклон типа ЦН-15 с прямоугольной компоновкой. Группа из четырех циклонов, диаметром по 800 мм каждый.

Плотность влажного воздуха при рабочих условиях рассчитываем по формуле:

$$\rho_{\text{пл}} = \frac{(\rho_{\text{возд}} + f) \cdot 273 \cdot (p_{\text{бар}} + p)}{\left(1 + \frac{f}{0,804}\right) (273 + t) p_{\text{бар}}},$$

$$\rho_{\text{вл}} = \frac{(1,3 + 0,006) \cdot 273 \cdot (101325 - 196)}{\left(1 + \frac{0,006}{0,804}\right) \cdot (273 + 130) \cdot 101325} = 0,88 \text{ кг/м}^3.$$

Принимаем скорость газа в цилиндрической части циклона равной 6 м/с, находим диаметр одного циклона по формуле:

$$D = \sqrt{4 \cdot 23200 / 3600 \cdot \pi \cdot 9 \cdot n},$$

где D — диаметр циклона, м;

$$D = \sqrt{4 \cdot 23200 / 3600 \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 4} = 0,766 \text{ м}.$$

Примем ближайший стандартный диаметр циклона 800 мм и пересчитаем скорость газа в нем по формуле:

$$\dot{v} = 4 \cdot V / 3600 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot n,$$

$$\dot{v} = (4 \cdot 23200) / (3600 \cdot 3,14 \cdot 0,8^2 \cdot 4) = 3,21 \text{ м/с}.$$

Коэффициент гидравлического сопротивления находим по формуле

$$\xi_{\text{ц}} = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{\text{ц}500} + K_3,$$

$$\xi_{\text{ц}} = 1 \cdot 0,986 \cdot 115 + 35 = 148.$$

где $\xi_{\text{ц}500}$ — коэффициент гидравлического сопротивления циклона диаметром 500 мм ($\xi_{\text{ц}500} = 115$);

K_1 — поправочный коэффициент на влияние диаметра циклона ($K_1 = 1$);

K_2 — поправочный коэффициент на влияние диаметра циклона ($K_2 = 0,986$);

K_3 — поправочный коэффициент на влияние диаметра циклона ($K_3 = 35$).

Гидравлическое сопротивление циклона, Па, рассчитывают по формуле

$$\Delta P = \xi_{\text{ц}} \cdot (g'^2 \div 2) \cdot \rho_{\text{вл}},$$

где g' — скорость газа в циклоне, м/с;

$\rho_{\text{вл}}$ — плотность газа при рабочих условиях, $(\text{Н} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$;

$$\Delta P = 148 \cdot \left(\frac{(3,21)^2}{2} \right) \cdot 0,88 = 671.$$

Проверяем отношение $\frac{\Delta P}{\rho_{\text{вл}}} = \frac{671}{0,88} = 762,5 \text{ м}^2/\text{с}^2$. Полученное отношение удовлетворяет рекомендуемым пределам.

Определяем степень очистки газа в циклоне. Массовое распределение пыли по размерам, то есть суммарное количество всех частиц пыли размером больше среднего размера в каждой фракции, можно выразить следующим образом (таблица 7).

Таблица 7 — Массовое распределение пыли по размерам

Размер частиц, мкм	> 4	> 7,5	> 14,5	> 18	> 33
% мас.	95	88	78	58	38

Находим размеры частиц, характеризующие степень полидисперсности пыли, интерпретируя полученные значения. Медиана распределения частиц пыли на входе в циклон, то есть размер частиц при 50 % мас., $d_{50} = 12$ мкм, диаметр частиц пыли на входе в циклон, при котором суммарная масса всех частиц составляет 84,1 % от общей массы пыли $d_{84,1} = 12$ мкм. Тогда степень полидисперсности будет равна:

$$\sigma = \frac{d_{50}}{d_{84,1}},$$

где d_{50} — диаметр частиц пыли, при котором суммарная масса всех частиц составляет 50 % от общей массы пыли, мкм:

$$\sigma = \frac{24}{12} = 2.$$

Рассчитываем величину x для каждого размера частиц. Вязкость воздуха при температуре 130 °С равна $\mu = 23 \cdot 10^{-6}$ Па · с.

Для частиц размером 4 мкм:

$$x = \lg \left(\frac{d}{d_{50\text{ц}} \cdot K \cdot 10^3 \sqrt{\frac{D \cdot \mu}{\rho_n \cdot v}}} \right) / \sigma_{\text{ц}},$$

где d — диаметр частиц пыли, мкм;

$d_{50\text{ц}}$ — диаметр частиц, улавливаемых в условном циклоне с эффективностью 50 %, мкм (для циклона ЦН-15 = 3,06);

$\sigma_{\text{ц}}$ — степень полидисперсности частиц, улавливаемых циклоном (для циклона ЦН-15 = 0,3979);

v — средняя скорость газа в цилиндрической части циклона, м/с (для циклона ЦН-15 = 3,5);

K — коэффициент (для циклона ЦН-15 = 41,4);

$$x = \lg \left(\frac{4}{3,06 \cdot 41,4 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{0,8 \cdot 23 \cdot 10^{-6}}{2500 \cdot 3,5}}} \right) / 0,3979 = -0,40.$$

$\Phi(x)$ — функция распределения от величины $x = 0,3446$. Фракционная степень улавливания пыли (табл. 8) для частиц размером 4 мкм рассчитывается по формуле:

$$\eta_{\Phi} = 50 \cdot [1 + \Phi(x)], \text{ \%},$$

$$\eta_{\Phi} = 50 \cdot [1 + 0,3446] = 67,23.$$

Аналогично находим значения фракционной степени улавливания пыли для частиц размером 7,5; 14,5; 18; 33; и 45 мкм.

Полученные результаты сводим в таблице 8.

Таблица 8 — Фракционная степень улавливания пыли

d , мкм	4	7,5	14,5	18	33	45
x	-0,41	0,28	1,00	1,23	1,90	2,23
$\Phi(x)$	0,3446	0,6103	0,8413	0,8925	0,9713	0,9861
η_{Φ}	67,23	80,51	92,06	94,62	98,56	99,30

Общую эффективность очистки газа рассчитываем по формуле:

$$\eta_{\text{общ}} = 50 \cdot [1 + \Phi(x')], \%,$$

Величину x' находим по формуле:

$$x' = \lg \left(\frac{d_{50}}{d_{50\text{ц}} \cdot K \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{D \cdot \mu}{\rho_{\text{п}} \cdot v}}} \right) / \sqrt{\sigma_{\text{ц}}^2 + \lg^2 \sigma_{\text{п}}},$$

где $\sigma_{\text{п}}$ — степень полидисперсности (для циклона ЦН-15 = 2);

$$x' = \lg \left(\frac{24}{3,06 \cdot 41,4 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{0,8 \cdot 23 \cdot 10^{-6}}{2500 \cdot 3,21}}} \right) / \sqrt{0,158 + \lg^2 2} = 1,184.$$

$\Phi(x') = 0,8849$. Тогда общая эффективность очистки газа в одиночном циклоне будет равна:

$$\eta_{\text{общ}} = 50 \cdot (1 + 0,8849) = 94,24 \, \%.$$

При групповой компоновке циклонов коэффициент очистки газов рассчитывают по формуле:

$$\eta_{\text{гр}} = \eta_{\text{общ}} + (100 - \eta_{\text{общ}}) / 100,$$

Тогда общая эффективность группового циклона составит:

$$\eta_{\text{гр}} = 94,24 + (100 - 94,24) / 100 = 94,3 \, \%.$$

Конечная запыленность очищенного воздуха:

$$q_{\text{к}} = \frac{q \cdot (100 - \eta_{\text{гр}})}{100},$$

где $q_{\text{к}}$ — запыленность газа, г/м³;

$$q_{\text{к}} = \frac{2 \cdot (100 - 94,3)}{100} = 0,114 \, \text{г/м}^3.$$

Таблица 9 — Материальный баланс циклона

Статьи прихода			Статьи расхода		
Компоненты	кг	%, мас.	Компоненты	кг	%, мас.
1. Загрязненный воздух, в том числе:	30165		1. Очищенный воздух	30162,15	99,99
– воздух	30160	99,98	2. Пыль	2,85	0,009
– пыль	5	0,02			
Итого:	30165	100	Итого:	30165	100

Пример 14. Расчет для ВКР-проекта по направлению 18.03.02.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Расчет производится с целью определения уровня воздействия выбросов от бункерной эстакады доменной печи на состояние атмосферного воздуха прилегающих территорий.

Расчет рассеивания выполнен в программе «УПРЗА ЭКОЛОГ», версия 2,55.

Расчет рассеивания проведен с учетом климатических характеристик и фоновое загрязнение атмосферы района размещения предприятия по пяти веществам и одной группе суммации.

Расчет приземных концентраций для района расположения предприятия проводили в прямоугольнике размером 17000×13000 м с шагом расчетной сетки по длине и ширине 1000 м. В качестве контрольных точек уровня загрязнения в атмосферном воздухе населенных мест принято множество точек контроля по границе санитарно-защитной зоны завода (таблица 10). Для контроля приземных концентраций вредных веществ в жилой застройке, входящей в СЗЗ, выбрана точка № 20.

Таблица 10 — Координаты контрольных точек

Порядковый номер	Координаты		Порядковый номер	Координаты	
	X	Y		X	Y
1	30454	25270	11	26454	30310
2	30250	24990	12	26704	30850
3	29304	24510	13	28154	31080
4	27280	24220	14	29704	30420
5	26414	24650	15	31204	29930
6	25914	25480	16	31604	30910
7	25944	26480	17	30524	26300
8	26524	27510	18	31484	27801
9	27804	28610	19	30454	25270
10	26804	29330	20	26250	25750

Краткая характеристика физико-географических и климатических условий расположения площадки

Рассматриваемый объект расположен в южной части завода.

Ближайший жилой массив — центральная часть города, находится на расстоянии 2,0 км от площадки строительства и входит в территорию СЗЗ.

Рельеф местности спокойный, перепад высот на расстоянии 1 км не превышает 20–30 м. По ОНД-86 принимаем коэффициент рельефа местности 1,0.

Все метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания вредных веществ, представлены в таблице 11. Метеорологические характеристики приняты по письму Уральского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды № 659-000 от 29.09.2000 г.

Коэффициент температурной стратификации атмосферы A , вводимый в расчет приземных концентраций и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосфере для Урала, равен 160.

Таблица 11 — Метеорологические характеристики и коэффициенты, влияющие на рассеивание вредных веществ в атмосфере

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент стратификации атмосферы	160
Коэффициент рельефа местности	1,0
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, T , °C	22,5
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, T , °C	-16,0
Средняя роза ветров, %	
С	11
СВ	8
В	7
ЮВ	9
Ю	8
ЮЗ	19
З	28
СЗ	10
Скорость ветра, повторяемость которой по многолетним данным превышает 5 %, м/с	6,0

Рассматриваемая территория расположена в зоне резко континентального климата. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца (июля) +22,5 °С. Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года (января) –16,0 °С. Господствующими ветрами являются ветра западного (28 %) и юго-западного направлений (19 %).

Фоновое загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемой площадки (фоновые концентрации)

Контроль состояния атмосферного воздуха проводится на четырех стационарных постах наблюдения Уральского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

По розе ветров для данного населенного пункта преобладающими ветрами являются западные. Ближайший пункт наблюдения, расположенный по направлению преобладающих ветров, пункт в поселке Западный. Фоновое загрязнение представлено в таблице 12.

Таблица 12 — Фоновое загрязнение

Загрязняющее вещество			Направление ветра				
Код	Наименование	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Любое	С	В	Ю	З
Среднегодовые концентрации, мг/м ³							
123	Оксид железа (II, III)	0,400	0,021895	0,021895	0,006655	0,013513	0,021895
143	Марганец и его соединения	0,010	0,000647	0,000647	0,000197	0,000399	0,000647
2909	Пыль неорганическая, содержание оксида кремния ниже 20 %	0,500	0,424	0,424	0,131	0,269	0,424

Проведение расчета загрязнения атмосферы начинается с оценки целесообразности расчетов в соответствии с п. 8.5.14 ОНД-86, согласно которому детальные расчеты загрязнения атмосферы могут не проводиться при соблюдении условия:

$$\Sigma C_{mi} / \text{ПДК}_i \leq E_3 = 1.$$

Коэффициент целесообразности расчета может приниматься равным 1. По СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «источником воздействия на среду обитания и здоровье человека (загрязнение атмосферного воздуха и неблагоприятное воздействие физических факторов) являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают ПДК или вклад в загрязнение жилых зон превышает 0,1 ПДК».

Константу целесообразности расчета E_3 принимаем равной 0,01 ПДК.

В соответствии с заданной константой целесообразности признано целесообразным проведение расчетов:

- на существующее положение для веществ: оксид ванадия, оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая с содержанием оксида кремния ниже 20 %;
- на перспективу для веществ: оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая с содержанием оксида кремния ниже 20 %.

Для остальных веществ расчет рассеивания не проводится, так как

$C_m / \text{ПДК} \leq 0,01$. Результаты расчета рассеивания на существующее положение и перспективу представлены в таблицах 13–14.

Выводы

На существующее положение результаты расчета рассеивания показали, что в контрольных точках приземные концентрации по оксиду ванадия равны 0,01 ПДК, по оксиду кальция — менее 0,01 ПДК, по оксиду железа — 0,1 ПДК, по марганцу и его соединениям — 0,09 ПДК, по пыли неорганической с содержанием оксида кремния ниже 20 % — 0,9 ПДК, что не превышает установленных нормативов. Максимальный вклад от источника выбросов в уровень загрязнения атмосферы прилегающей территории составляет: по оксиду ванадия равны 0,01 ПДК, по оксиду железа — 0,11 ПДК, по марганцу и его соединениям — 0,06 ПДК, по пыли неорганической с содержанием оксида кремния ниже 20 % — 0,21 ПДК, что превышает допустимое значение 0,1 ПДК для оксида железа и для пыли неорганической с содержанием оксида кремния ниже 20 %.

Таблица 13 — Исходная база для расчета

Наименование вещества	Код	Исходная база			
		Максимальный выброс, г/с	Максимальный выброс, г/с	Выброс на СЗЗ, доли ПДК	Вклад предприятия, доли ПДК
Оксид ванадия (V)	0110	0,1295	0,01	0,01	0,01
Оксиды железа (II, III)	0123	22,0000	0,12	0,1	0,11
Оксид кальция	0128	1,3630	Расчет нецелесообразен		
Марганец и его соединения	0143	0,3454	0,1	0,09	0,06
Пыль неорганическая с содержанием оксида кремния ниже 20 %	2909	24,1300	1	0,90	0,21
Группа суммации (2) 110 и 143	6017	0,4749	0,11	0,10	0,07

Таблица 14 — Результаты расчета рассеивания

Наименование вещества	Код	Проектные			
		Максимальный выброс, г/с	Максимальный выброс, г/с	Выброс на СЗЗ, доли ПДК	Вклад предприятия, доли ПДК
Оксид ванадия (V)	0110	0,1295	Расчет нецелесообразен		
Оксиды железа (II, III)	0123	2,2000	0,06	0,06	0,01
Оксид кальция	0128	0,1363	Расчет нецелесообразен		
Марганец и его соединения	0143	0,03454	0,07	0,07	<0,01
Пыль неорганическая с содержанием оксида кремния ниже 20 %	2909	2,4130	0,86	0,85	0,02
Группа суммации (2) 110 и 143	6017	0,04749	0,07	0,07	0,01

По результатам расчета рассеивания с учетом фоновых концентраций максимальные приземные концентрации вредных веществ после проведения мероприятия в контрольных точках по оксидам ванадия и кальция не превышают 0,01 ПДК, по оксиду железа — 0,06 ПДК, по марганцу и его соединениям — 0,07 ПДК, по пыли неорганической с содержанием оксида кремния ниже 20 % — 0,85 ПДК, то есть по всем рассматриваемым загрязняющим веществам находятся в пределах допустимых значений. Максимальный вклад от источника в уровень загрязнения атмосферы: по оксиду железа — 0,01 ПДК, по марганцу и его соединениям <0,01 ПДК, по пыли неорганической с содержанием оксида кремния ниже 20 % — 0,01 ПДК, то есть превышения норматива нет.

Согласно СанПин рассматриваемое предприятие в целом относится к 1 классу опасности с размером нормативной санитарно-защитной зоны 1000 м.

В пределах нормативной СЗЗ предприятия расположена жилая застройка. Результаты расчетов рассеивания на перспективу показали, что максимальные приземные концентрации по всем рассматриваемым веществам в жилой застройке, расположенной в пределах СЗЗ комбината, не превысят допустимых показателей.

Следовательно, планируемое мероприятие — реконструкция системы разгрузки и подготовки сырья — эффективно.

д) **Экономическая часть.** Содержит обоснование экономической эффективности проекта, например, может включать следующие расчеты:

- 1) расчет производственной мощности;
- 2) расчет общей суммы капитальных вложений;
- 3) расходы на оборотный капитал;
- 4) затраты на подготовку производства;
- 5) расчет дополнительных затрат при использовании предлагаемого технологического решения;
- 6) материальные затраты;
- 7) затраты на электроэнергию;
- 8) затраты на вспомогательные материалы;

- 9) затраты на фонд оплаты труда (ФОТ) и отчисления (ЕСН);
- 10) расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО);
- 11) расчет прироста товарной продукции;
- 12) расчет дополнительной прибыли и эффективности от реализации проекта;
- 13) технико-экономические показатели инвестиционного проекта.

Рассмотрим пример содержания экономической части ВКР-проекта и ВКР-исследовательской работы. Поскольку наибольшие затруднения вызывает расчет экономических показателей для исследовательских работ, рассмотрим примеры для работ по направлениям 18.03.01 и 18.03.02.

Пример 15. Пример содержания экономической части ВКР-проекта для направления 18.03.01.

Обоснование экономической эффективности проекта

Целью инвестиционного проекта является предложение эффективного обустройства системы промыслового сбора газа Крузенштерновского газоконденсатного месторождения (а именно, газопровода-шлейфа, соединяющего скважину и газосборный пункт) оборудованием для защиты этого участка от отложений гидратов природного газа.

Задача инвестиционного проекта — определение эффективности инвестиционных вложений в предлагаемое устройство для защиты газопровода от гидратных отложений (расчет срока окупаемости).

Предлагаемый подход к дозированию метанола и организации его подачи в газопровод заключается в универсализации расчета количества метанола, необходимого для разрушения гидратных отложений заданного размера и автоматизации его подачи.

С помощью введения указанного организационно-технического мероприятия достигается сокращение эксплуатационных затрат, увеличивается производительность, стабилизируется и оптимизируется технологический процесс. Для реализации

предлагаемого проекта потребуются инвестиционные вложения, связанные с покупкой и монтажом нового оборудования.

В данном разделе будет представлен расчет капитальных вложений, эксплуатационных затрат, а также срока окупаемости вложений в данный проект.

Расчет производственной мощности

Максимальная производственная мощность (пропускная способность) газопровода-шлейфа представляет собой максимальный годовой объем природного газа и конденсата, проходящего через него при условии применения передовых технологий при организации и проведении процесса.

Процесс сбора газа (то есть транспортирования его от скважины до установки подготовки газа) является непрерывным и его производственная мощность рассчитывается по формуле [ссылка на источник]:

$$M_{\text{непр}} = n \cdot \Pi_{\text{ч}} \cdot T_{\text{эф}},$$

где n — количество единиц однотипного ведущего оборудования, шт.,

$\Pi_{\text{ч}}$ — часовая производительность единицы ведущего оборудования, на ед. продукции;

$T_{\text{эф}}$ — годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч;

M — производственная мощность.

В качестве ведущего оборудования выступает газопровод-шлейф длиной 10 км и диаметром 500 мм. Его часовая производительность, исходя из возможного дебита газодобывающей скважины (1,5 млн м³/сут), принимается равной 62500 м³/ч. Годовой эффективный фонд времени работы оборудования в непрерывных производствах рассчитывается вычитанием из календарного фонда ($T_{\text{к}}$) длительности простоев оборудования в ремонте ($T_{\text{рем}}$):

$$T_{\text{эф}} = T_{\text{к}} - T_{\text{рем}}.$$

Общее число рабочих часов оборудования в году принято в нормативах равным 8760 ч. Плановые остановочные ремонты

в связи с опасностью транспортируемой среды и жесткими условиями эксплуатации рекомендуется проводить не менее одного раза в месяц, таким образом, длительность простоев равна 288 часов.

$$M_{\text{непр}} = 1 \cdot 62500 \cdot (8760 - 288) = 529,5 \text{ млн м}^3/\text{год}.$$

Расчет общей суммы капитальных вложений

Допускаем, что земельный участок уже приобретен и обустроен под строительство организацией, занимающейся разработкой месторождения. Рассматриваем только строительство устанавливаемого на газопроводе-шлейфе оборудования, необходимого для решения проблемы гидратообразования.

Общая сумма капитальных вложений нового строительства включает в себя статьи.

Затраты на приобретение, доставку и монтаж нового оборудования (установки ввода ингибитора гидратообразования, а также метанолопровод протяженностью 10 км, наружный диаметр 300 мм, толщина стенки 7 мм) (в соответствии со сметой ООО «Газпромтрансгаз Екатеринбург») (табл. 15).

Таблица 15 — Затраты на приобретение, доставку и монтаж нового оборудования

Наименование основного оборудования и затрат	Единица измерения	Количество	Цена, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
1. Оборудование				
Емкость метанола с патрубками объемом 0,6 м ³ , стальная	шт.	1	13,358	13,36
Дозировочный насос НД 2,5-25/160 К(Д) 14(24)	шт.	2	38,065	76,13
<i>Итого учтенное оборудование</i>				89,49
2. Неучтенное оборудование (15 % от стоимости учтенного оборудования)				13,42
<i>Всего стоимость оборудования</i>				102,91

Продолжение табл. 15

Наименование основного оборудования и затрат	Единица измерения	Количество	Цена, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
3. Расходы на доставку оборудования				
Погрузочные работы при автомобильных перевозках: прочие материалы, детали и конструкции	т	5,8	0,276	1,6
Транспортировка на автомобилях-плетевозах, на расстояние 10 км одиночных изолированных труб диаметром 300 мм, при толщине стенки до 7 мм	1 км труб	10	3,310	33,10
<i>Итого расходы на доставку</i>				34,7
4. Запчасти к оборудованию (3 % от общей стоимости оборудования)				3,08
5. Затраты на монтаж (15 % от общей стоимости оборудования)				15,43
6. Стоимость приобретения и монтажа КИП и А (10 % от общей стоимости оборудования)				10,3
7. Стоимость трубопроводов				
Трубопроводы из стальных труб с фланцами и сварными стыками на условное давление не более 10 МПа. Диаметр труб наружный — 300 мм, толщина стенок — 7 мм	м	10000	1,985	19850,0
<i>Итого затраты на трубопроводы</i>				19850,0
8. Затраты на спецработы				
Контроль радиографией на трассе качества сварных соединений труб диаметром 300 мм, толщиной до 10 мм	1 стык	9	0,534	4,80
Дополнительные затраты на обработку пленок и расшифровку результатов контроля качества сварных стыков трубопроводов условным диаметром 300 мм	1 стык	9	0,054	0,486
Контроль качества гарантийных соединений труб ультразвуковым методом на трассе, условный диаметр — 300 мм	1 стык	9	0,534	4,80

Окончание табл. 15

Наименование основного оборудования и затрат	Единица измерения	Количество	Цена, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
Нанесение антикоррозийного покрытия на основе битумно-полимерной мастики «Транскор-ГАЗ»	1 км труб	10	2,577	25,77
Изоляция термоусаживающими манжетами вручную стыков изолированных труб диаметром 300 мм	1 стык	9	0,418	3,762
Огрунтовка металлических поверхностей (емкости метанола) на один раз: грунтовкой ФЛ-03К	100 м ² окрашиваемой поверхности	0,0657	1,03	0,067
Окраска металлических огрунтованных поверхностей (емкости метанола) эмалью ПФ-115	100 м ² окрашиваемой поверхности	0,0657	0,979	0,064
<i>Итого затраты на спецработы</i>				39,7515
<i>Всего затраты на оборудование</i>				20056,17

Затраты на подготовку производства. Принимаются на уровне 10 % от стоимости оборудования и составляют

$$20056,17 \cdot 0,1 = 2005,62 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на оборотный капитал. Эти расходы предназначены для приобретения «стартового» объема оборотных средств (ингибитор гидратообразования метанол, электроэнергия, денежные средства), принимаются в размере 15 % от суммы затрат по предыдущим статьям и составляют

$$(20056,17 + 2005,62) \cdot 0,15 = 3309,27 \text{ тыс. руб.}$$

Общая сумма капитальных вложений приводится в таблице 16.

Общая сумма капитальных вложений:

$$\Delta K = 25371,06 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 16 — Общая сумма капитальных вложений

№ п/п	Направления капитальных вложений	Сумма, тыс. руб.
1	Приобретение, доставка и монтаж оборудования	20056,17
2	Подготовка производства	2005,62
3	Приобретение оборотного капитала	3309,27
Всего		25371,06

Расчет дополнительных затрат на транспортирование газа по шлейфу-газопроводу при использовании предлагаемого технологического решения.

Материальные затраты

Затраты на вспомогательные материалы. Рассчитаем затраты на ингибитор гидратообразования метанол при работе по существующей технологии.

Пусть режим течения газа соответствует гидратному 6 месяцев в году. Гидратная пробка, полностью забивающая проходное сечение газопровода, образуется за 12,3 суток. Рассчитаем общее количество таких пробок за 6 месяцев: $(6 \cdot 30,5)/12,3 = 14,87$ (округляем до 15). Образование сплошной гидратной пробки расценивается как аварийная ситуация, для ее ликвидации необходимо отключить газопровод-шлейф от скважины.

Для ликвидации гидратных отложений в газопровод заливают метанол в количестве, равном 573,73 кг. Общее количество залитого за 6 месяцев метанола для разрушения сплошных гидратных пробок составляет

$$573,73 \cdot 15 = 8605,95 \text{ кг.}$$

При заливке метанола для разрушения вновь и вновь образующихся гидратных отложений в газопровод-шлейф по предлагаемой технологии (подается на каждые шестые сутки в количестве 152,74 кг), его общее количество за 6 месяцев составит 4658,57 кг.

Экономия метанола за счет введения предлагаемой технологии:

$$8605,95 - 4658,57 = 3947,38 \text{ кг.}$$

Среднерыночная цена на метанол составляет 11 000 руб./т, тогда экономия в денежном выражении:

$$3,94 \cdot 11000 = 43,34 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на электроэнергию. Предлагаемая установка ввода ингибитора гидратообразования полностью автоматизирована, предусмотрен дозировочный насос, расчет необходимо количества дополнительной электроэнергии для работы установки представлен в таблице 17.

Таблица 17 — Расчет расхода электроэнергии

Наименование оборудования, снабженного электродвигателями	Номинальная паспортная мощность одного электродвигателя, кВт	Число электродвигателей, шт.	Суммарная номинальная мощность, кВт	Число часов работы в год	Суммарное количество потребленной электроэнергии, кВтч
1. Дозировочный насос НД 2,5-25/160К(Д) 14(24)	2,5	1	2,5	182,5	456,25
2. Датчик давления паров метанола в емкости	0,36	1	0,36	8760	3153,6
3. Исполнительный механизм вентиля для пополнения уровня ингибитора в емкости и клапана патрубка для сброса избыточного давления паров метанола в атмосферу	0,5	2	1	182,5	182,5
Всего					3792,35

Стоимость электроэнергии составляет 1,8 руб./кВт · ч. Таким образом, дополнительные затраты электроэнергии составят:

$$3792,35 \cdot 1,8 = 6,82 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на фонд оплаты труда (ФОТ) и отчисления (ЕЧН). Численность основных рабочих для обслуживания газопровода-

шлейфа составляет 5 человек, это диспетчеры (2 человека) и работники эксплуатационной службы (3 человека). Для осуществления предлагаемого проекта необходимость в дополнительных рабочих отсутствует. В качестве надбавки за расширение зоны обслуживания принимается величина, равная 10 % от основной заработной платы.

Средняя ежемесячная заработная плата составляет 23 тыс. руб., тогда надбавка: $0,1 \cdot 23 = 2,3$ тыс. руб. Величина выплачиваемой к заработной плате надбавки за год: $2,3 \cdot 12 \cdot 5 = 138$ тыс. руб./год.

Единый социальный налог (26 %), начисляемый на добавочную часть заработной платы в связи с расширением зоны обслуживания:

$$0,26 \cdot 138 = 35,88 \text{ тыс. руб./год.}$$

Таким образом, дополнительные затраты составят:

$$138 + 35,88 = 173,88 \text{ тыс. руб./год.}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО). Предлагаемое к введению в эксплуатацию оборудование потребует дополнительных расходов на его содержание, эксплуатацию и ремонты, расчет дополнительных затрат по этой статье представлен в таблице 18.

Таблица 18 — Расчет расходов на содержание и эксплуатацию дополнительного оборудования

Наименование статей расходов	Пояснения к расчетам	Сумма, тыс. руб./год
1. Содержание и эксплуатация оборудования	2 % от стоимости оборудования	2,06
2. Расходы на ремонт оборудования	5 % от стоимости оборудования	5,14
3. Прочие расходы	20 % от сумм предыдущих статей	1,44
Всего		8,64

Итого прирост затрат составит:

$$\Delta C = -43,34 + 6,82 + 173,88 + 8,64 = 146 \text{ тыс. руб./год.}$$

Расчет прироста товарной продукции. Гидраты природного газа, откладывающиеся на внутренних стенках промыслового газопровода, препятствуют прохождению потока газа, вплоть до полного закупоривания.

Для разрушения гидратов применяется метод снижения давления с двух сторон от образовавшейся пробки, при этом потери производительности газопровода-шлейфа по газу, равные объему газопровода-шлейфа:

$$3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 10000 = 1962,5 \text{ м}^3.$$

Суммарные потери за год (при условии, что в течение года образуется 15 гидратных пробок):

$$1962,5 \cdot 15 = 29437,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Также следует учесть, что мероприятия, проводимые для ликвидации гидратной пробки (снижение давления и ввод метанола), имеют достаточно большую протяженность во времени (около 12 часов). Рассчитаем потери производительности шлейфа-газопровода по природному газу из-за вынужденных остановок. Часовая пропускная способность газопровода-шлейфа:

$$(529,5 \text{ млн м}^3/\text{год})/(8472 \text{ ч/год}) = 62500 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Общее время простоев за 6 месяцев: $12 \cdot 15 = 180$, тогда потери газа:

$$62500 \cdot 180 = 112500000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Таким образом, суммарные потери производительности шлейфа-газопровода по природному газу при образовании гидратных отложений, полностью перекрывающих пропускное сечение газопровода-шлейфа:

$$29437,5 + 112500000 = 112529437,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Средняя стоимость природного газа составляет 350 руб/1000 м³. Потери товарной продукции от остановок шлейфа-газопровода и прекращения подачи газа в денежном выражении составят:

$$112529,44 \cdot 350 = 39385,3 \text{ тыс. руб./год.}$$

При использовании технологии, разработанной в проекте, этих потерь удастся избежать.

Прирост товарной продукции (ΔTP) в денежном выражении:

$$\Delta TP = 39385,3 \text{ тыс. руб./год.}$$

Расчет дополнительной прибыли и эффективности от реализации проекта. Дополнительная прибыль (ΔP), которая может быть получена в результате ввода в эксплуатацию установки ввода ингибитора гидратообразования метанола, составит:

$$\Delta P = \Delta TP - \Delta C = 39385,3 - 146 = 39239,3 \text{ тыс. руб./год,}$$

где ΔC — прирост затрат.

Оценка экономической эффективности инвестиций осуществляется с помощью расчета срока окупаемости нового оборудования.

Срок окупаемости представляет собой период, в течение которого проект работает «на себя», то есть весь объем генерируемых проектом денежных средств, куда входят суммы прибыли и амортизации, направляется на возврат первоначально инвестируемого капитала [ссылка на источник].

$$\text{Ток} = \Delta K / \Delta P = 25371,06 / 39239,3 = 0,64 \text{ года, или } 7,7 \text{ месяцев.}$$

В таблице 19 приведены технико-экономические показатели инвестиционного проекта.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предлагаемый инвестиционный проект, направленный на решение проблемы гидратообразования в газопроводе-шлейфе системы промышленного сбора газа Крузенштерновского газоконденсатного месторождения с помощью установки автоматизированного ввода метанола в газопровод является эффективным в экономическом отношении.

**Таблица 19 — Техничко-экономические показатели
инвестиционного проекта**

Показатель	Единица измерения	Значение
1. Прирост товарной продукции	тыс. руб./год	39385,3
2. Капитальные затраты	тыс. руб.	25371,06
3. Дополнительные затраты	тыс. руб./год	146,0
4. Дополнительная прибыль	тыс.руб./год	39250,93
5. Срок окупаемости	мес.	7,7

Пример 16. Расчет экономических затрат на проведение исследований для исследовательской ВКР по направлению 18.03.01.

Экономическая часть

Затраты на проведение исследовательских и опытных работ являются предпроизводственными и складываются из следующих составляющих:

- затраты на постановку задачи исследования — литературный обзор, патентный поиск и сравнение новых продуктов и технологий с лучшими образцами продукции и технологиями отечественных и зарубежных предприятий, изучение потребности в продукте;
- затраты на лабораторные исследования;
- затраты на опытное производство (проектирование и сооружение опытной установки), получение и испытание опытной партии продукта, изучение отходов производства и технико-экономическая оценка будущего процесса и др.;
- затраты на промышленное проектирование.

ВКР — исследовательская работа охватывает только первую составляющую затрат.

Затраты на лабораторные исследования. В смете затрат на выполнение исследования учитываются следующие расходы:

- стоимость израсходованных материалов, реактивов;
- стоимость израсходованной в процессе исследования электроэнергии;

- заработная плата работников, участвующих в исследовании;
- страховые взносы;
- расходы на спецоборудование;
- стоимость услуг сторонних организаций;
- затраты на командировки;
- накладные расходы.

Расчет затрат на материалы и реактивы следует производить по форме, приведенной в табл. 20.

Таблица 20 — Расчет затрат на материалы и реактивы

Наименование материалов, реактивов	Единица измерения	Цена, руб./ ед.	Количество израсходованного материала, реактива	Сумма, руб.
1. Уголь				
Шахта «Абашевская»	кг	5	3	15
Разрез «Ольжерасский»	кг	5	3	15
Шахта «Комсомолец»	кг	5	3	15
Разрез «Распадский»	кг	5	1	5
2. Асбестовые прокладки	шт.	10	56	560
3. Фильтровальная бумага	кг	159	0,028	4,5
4. Папиросная бумага	см ²	0,5	294	235,2
5. Наждачная бумага	м ²	95	0,08	7,6
Итого:				857,3

Если при проведении исследования используются импортные материалы, реактивы, добавки, то цены на них необходимо пересчитать в валюту Российской Федерации, используя современные курсы иностранных валют.

Расчет затрат на электроэнергию, израсходованную в процессе исследования, следует производить по форме, приведенной в таблице 21.

В данной работе для исследования были взяты четыре разные марки угля. Определить стоимость проб невозможно, поскольку для чистоты эксперимента они были искусственно изменены. Поэтому условно допускаем, что их стоимость одинаковая, принимаем ее 5000 руб./т угля.

Таблица 21 — Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время, ч	Цена 1 кВт·ч/руб.	Сумма, руб.
1. Пластометрический аппарат	4,0	89	4,5	1602
2. Муфельная печь	2,75	7,20	4,5	89,1
3. Сушильный шкаф	0,5	4	4,5	9
4. Станок для чистки стаканов	0,12	10	4,5	5,4
Итого:				1705,5

Затраты на заработную плату определяются:

- а) для студента-дипломника, как сумма выплаченной ему стипендии за время преддипломной практики и дипломирования (в данном случае — за 4 месяца) в размере 24 000 руб.
- б) для руководителей и консультантов, исходя из должностных окладов, доплат за должность, степень и звание, учета районного коэффициента и норм времени в расчете на одного студента:
 - заработная плата руководителя в сумме составила 2448,4 руб.;
 - заработная плата консультанта по экономической части составила 280,7 руб.;
 - заработная плата консультанта по БЖД составила 92 руб.

Страховые взносы принимаются в установленном размере (34 %) от рассчитанной суммы заработной платы руководителя и консультанта, а также студента, если он работал.

Расходы на специальное оборудование, затраты на командировки и услуги сторонних организаций (например, проведение спектральных анализов, испытаний полученных новых веществ и т. п.) принимаются на фактическом уровне.

Накладные расходы (стоимость электроэнергии на освещение лаборатории, обеспечение работы вытяжной вентиляции, амортизационные отчисления, расходы на ремонт и содержание зданий, затраты на содержание учебно-вспомогательного и административно-управленческого персонала, расходы на охрану труда и др.) принимаются в размере 20 % от суммы предыдущих статей. Результаты расчетов сведены в таблице 22.

**Таблица 22 — Смета затрат на выполнение
научно-исследовательской работы**

Наименование статей расходов	Сумма, руб.	Удельный вес в общей сумме затрат, %
1. Материалы и реактивы	857,3	1,85
2. Электроэнергия	1705,5	3,69
3. Заработная плата	26821,1	58,04
4. Страховые взносы	9119,2	19,7
5. Накладные расходы	7700,6	16,7
Всего:	46203,7	100

Взаимосвязь исследования с предыдущими подобного направления — работа проводилась впервые.

Пример 17. Расчет экономических затрат на проведение исследований для исследовательской ВКР по направлению 18.03.02.

Обоснование экономической эффективности использования разработанного способа электрохимического иммуноанализа

Рассмотрим оценку экономической эффективности использования разработанного способа анализа путем расчета и сравнения прибыли лаборатории, выполняющей анализ проб на содержание микроорганизмов *S.thylphi.*, при использовании методов иммуноанализа и ПЦР. В данном случае уместно сравнение именно с методом ПЦР, поскольку на сегодняшний день это наилучший аналог метода электрохимического иммуноанализа.

Обоснование и расчет статей в таблицах 23–26.

Таблица 23 — Расчет производительности лаборатории, проб/год

Статья расходов	Электрохимический иммуноанализ	ПЦР-анализ
Количество проведенных анализов в смену, проб/смена	10	50
Количество проведенных анализов в год (лаборант работает по 5-дневной рабочей неделе, смена 8 часов), проб/год	$249 \cdot 30 = 7470$	$249 \cdot 50 = 12450$

Таблица 24 — Расчет стоимости оборудования, тыс. руб.

Статья расходов	Электрохимический иммуноанализ	ПЦР-анализ
Электрохимический анализатор в комплекте с ячейкой и мешалкой	100	—
Персональный компьютер	20	20
Амплификатор	—	430
Микроцентрифуга	—	150
Итого:	120	600

**Таблица 25 — Расчет амортизации и расходов
по эксплуатации оборудования, тыс. руб./год**

Наименование	Электрохимический иммуноанализ	ПЦР анализ
ТМГЭ	55	—
ТГЭ	48	—
Кислота серная	15	—
Кислота азотная	17	—
Перекись водорода	19	—
Кислота соляная	14	—
Вода деионизованная	10	—
Гидроксид натрия	10	—
Антитела к <i>S. thyphi</i>	320	—
Хлорид железа (II)	15	—
Хлорид железа (III)	13	—
ГСО ионов железа	2	—
Гидроксид аммония	11	—
Специфичные ДНК-праймеры	—	4000
ДНК-полимераза	—	2178
Дезоксирибонуклеозидтрифосфат	—	16
Буферные растворы	—	4
Бычий сывороточный альбумин	—	204
Лабораторная посуда	5	5
Электроэнергия, отопление, водоснабжение, освещение лаборатории	45	45
Итого:	663	6452,3

Расчет годового фонда заработной платы сотрудников лаборатории. В выполнении анализов принимают участие 1 инженер и 1 лаборант, всего в год затраты составят 654 тыс. руб.

Таблица 26 — Расчет себестоимости проведения анализа проб на содержание микроорганизмов *S. thylphi*, тыс. руб.

Статья расходов	Электрохимический иммуноанализ	ПЦР-анализ
Сырье, материалы, энергия	663	6452,3
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	14,4	72
Расходы, связанные с выплатой заработной платы	654	654
Общехозяйственные расходы (20 % от стоимости передела)	133,68	145,2
Коммерческие расходы (2 % от производственной себестоимости)	29,3	146,5
Общие издержки	1494,4	7470
Себестоимость анализа 1 пробы	0,2	0,6

Среднерыночная стоимость проведения ПЦР-определения содержания микроорганизмов *S. thylphi* в пробе составляет 0,8 тыс. руб. Следовательно, установив рыночную цену электрохимического иммуноанализа на уровне 0,7 тыс. руб./проба, можно получить прибыль 0,5 тыс. руб./проба. В таком случае годовая прибыль составит 3735 тыс. руб., тогда как для ПЦР-определения — 2490 тыс. руб.

е) Описание безопасности жизнедеятельности и экологичности исследуемого объекта включает следующие разделы:

- 1) краткая характеристика объекта;
- 2) вредные и опасные факторы на проектируемых объектах. Безопасность труда на выбранном рабочем месте;
- 3) параметры микроклимата;
- 4) шум и вибрация;
- 5) освещенность;

- 6) электробезопасность;
- 7) возможность получения механических травм;
- 8) вредные вещества;
- 9) эргономичность рабочего места;
- 10) взрывопожаробезопасность;
- 11) возможные чрезвычайные ситуации.

4.2.6. Заключение. Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполнения ВКР;
- оценку полноты решений поставленных задач;
- разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов ВКР;
- оценку технико-экономической эффективности внедрения.

Рассмотрим примеры выполнения заключения к ВКР-проекту и ВКР — исследовательской работе.

Пример 18. Пример заключения к ВКР-проекту для направления 18.03.01.

Заключение

В результате выполнения проектирования технологий борьбы с гидратообразованием на участках промыслового сбора и подготовки природного газа Крузенштерновского газоконденсатного месторождения к транспорту были рассмотрены газовые гидраты как особый вид химических соединений, изучены теоретические основы их образования, существующие методы разрушения, особенности функционирования выбранных промысловых технологических участков. Для ликвидации гидратных отложений в системе сбора газа предложено оборудование газопровода устройством для ввода ингибитора гидратообразования метанола. Особенность предлагаемой технологии — в универсализации количества подаваемого ингибитора (всегда одинаково) и автоматизации его подачи в газопровод, которая начинается всякий раз, когда на концах газопровода-шлейфа фиксируется перепад давления, соответствующий наличию в газопроводе гидратных отложений определенного размера. При этом нет необходимости знать, в каком именно

сечении газопровода и при каких условиях произошло отложение гидратов природного газа.

К преимуществам предлагаемого подхода следует отнести сведение к минимуму работы обслуживающего персонала с токсичным метанолом, а также отсутствие необходимости в перерасчетах количеств подаваемого метанола. К недостаткам — необходимость в безотказной работе автоматических систем, обеспечивающих работу установки.

Проектируемая установка очищает газ не только от воды, но и от углеводородов, содержащихся в нем, обеспечивая тем самым требования ОСТ 51-40-93 «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам. Технические условия». Используемый для охлаждения газового потока турбокомпрессорный агрегат способен компримировать газ до давления 8,73 МПа перед подачей в магистральный газопровод, то есть фактически отсутствует необходимость в головной компрессорной станции. К недостаткам предлагаемой технологии можно отнести требование к высокой надежности работы турбокомпрессора и сепарационного оборудования.

Технико-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий не оставляет сомнений, так как в обоих случаях наблюдается экономия материалов (ингибитора гидратообразования), для установки ввода метанола — подтверждена расчетами (срок окупаемости составляет 7,7 мес.).

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

Перспективные направления дальнейшего развития предлагаемых технологий борьбы с гидратообразованием:

- разработка алгоритмов автоматического регулирования расхода ингибиторов гидратообразования для теплообменной аппаратуры процесса низкотемпературной сепарации;
- использование ингибиторов низкой дозировки (кинетических и антиагломерантов) и автоматическое регулирование их расхода;
- детальный подход к уточнению количества подаваемого на защищаемый участок ингибитора с точки зрения механизмов

образования и разложения гидратов, установления фазовых равновесий в системах «гидрат–ингибитор», кинетики и прочих характеристик, касающихся физико-химической сути протекающих процессов гидратообразования и разрушения гидратов.

Пример 19. Пример заключения к ВКР-проекту для направления 18.03.02.

Заключение

В проекте рассмотрено воздействие ЗАО «Уральский турбинный завод» на атмосферный воздух. Проведен анализ воздействия машиностроительного комплекса на окружающую среду, выявлен основной источник выделения металлической пыли — заточный участок цеха оснастки и инструмента.

Рассмотрены способы очистки промышленных выбросов от машиностроительного комплекса.

Предложена технологическая схема очистки промышленных выбросов на участке заточки цеха оснастки и инструмента, рассчитан материальный баланс пылегазоочистки.

Проведен расчет предельно-допустимых выбросов.

Произведен расчет необходимого пылегазоочистного оборудования и его количества. Выбран тип нового оборудования — циклон ЦН-15-500х-1УП.

Экономический расчет позволил определить необходимые капитальные затраты на новое оборудование и срок окупаемости предложенных мероприятий.

В проекте рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

4.2.7. Список использованных источников. Список должен содержать сведения о литературных источниках, сведениях из интернета, нормативных документов, использованных при составлении пояснительной записки к ВКР. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 (Приложение 6).

4.2.8. Приложения. В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной ВКР, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. В приложения могут быть включены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;
- иллюстрации вспомогательного характера и др.

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Общие требования. Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105 и ГОСТ 6.38. Страницы текста ВКР и включенные в работу иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327.

ВКР должна быть выполнена любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков — не менее 1,8 мм (кегель не менее 12).

Текст ВКР следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, левое и нижнее — 20 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения ВКР качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц, компьютерных распечаток должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

При выполнении ВКР необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки работы, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью рукописным способом.

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, изделий и другие имена собственные в работе приводят на языке оригинала.

Допускается транслитерировать имена собственные и приводить названия организаций в переводе на язык работы с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

Сокращение русских слов и словосочетаний в работе — по ГОСТ 7.0.12.

5.2. Построение ВКР. Основную часть работы следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. При делении текста отчета на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений.

Пример — 1, 2, 3 и т. д.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой.

Пример — 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой. После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Введение и заключение не нумеруются.

Введение

1 Название пункта

1.1 Название подраздела

1.1.1 Название подпункта

Заключение

5.3. Нумерация страниц ВКР. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работы. Номер страницы проставляют

в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц работы. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

5.4. Иллюстрации. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в работе, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Допускается выполнение чертежей, графиков, диаграмм, схем посредством использования компьютерной печати.

Фотоснимки размером меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки. Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:



1. реактор, 2. теплообменник

Рисунок 1 — Название

5.5. Таблицы. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в отчете. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Пример оформления таблицы:

Таблица 1 — Заголовок

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте. Оформление таблиц в отчете должно соответствовать ГОСТ 1.5 и ГОСТ 2.105.

5.6. Ф о р м у л ы и у р а в н е н и я. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.

Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пример: $A = a : b$ (1)

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

5.7. С с ы л к и. Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках.

5.8. С п и с о к и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

6. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

6.1. Итоговая государственная аттестация для присвоения квалификации предусматривает публичную защиту ВКР на заседании экзаменационной комиссии. По итогам работы экзаменационной комиссии государственная аттестационная комиссия определяет соответствие подготовки выпускника требованиям государственного образовательного стандарта, оценивает уровень подготовки выпускника. По положительным результатам итоговой государственной аттестации принимает решение о присвоении выпускнику соответствующей квалификации по направлению (специальности) и выдаче диплома государственного образца о высшем профессиональном образовании.

Решения ГАК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. Заседания ГАК совмещаются с заседаниями экзаменационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ.

Защита ВКР проводится на открытом (за исключением работ по закрытой тематике) заседании экзаменационной комиссии по защите ВКР с участием не менее двух третей ее состава. Возможны выездные заседания на предприятиях, в организациях.

6.2. В экзаменационную комиссию по защите ВКР в день заседания до его начала должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа, включающая пояснительную записку, подписанную студентом, консультантами, руководителем, нормоконтролером и заведующим

- кафедрой; чертежи, плакаты и другой демонстрационный материал;
- учебная карточка студента, в которой отражаются сведения о выполнении студентом учебного плана и полученных им оценках по теоретическим дисциплинам, курсовым проектам и работам, всем видам практик; результаты сдачи государственного экзамена;
 - подписанное руководителем ВКР, студентом, консультантами, утвержденное заведующим кафедрой задание на ВКР с грифом о допуске к защите (в двух экземплярах);
 - отзыв руководителя;
 - рецензия на ВКР (для магистерской ВКР);
 - дополнительно в экзаменационную комиссию по защите ВКР могут быть представлены другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной выпускной квалификационной работы, — печатные статьи по теме работы, авторские свидетельства, образцы материалов, изделий, макеты, отзыв предприятия на ВКР, выполненную по его заказу, и др.

6.3. Порядок защиты выпускной квалификационной работы.

Задача экзаменационной комиссии по защите ВКР — выявление подготовленности выпускника к профессиональной деятельности. При защите студенту важно показать актуальность темы, новизну и оригинальность решений, практическую и научную ценность ВКР, указать личный вклад в проделанную работу. По докладу и ответам на вопросы комиссия судит о широте кругозора студента, его эрудиции, умении публично выступать и аргументированно отстаивать свою точку зрения.

Защита проходит на открытом заседании экзаменационной комиссии по защите ВКР в следующем порядке:

- секретарь экзаменационной комиссии объявляет фамилию, имя, отчество студента, зачитывает тему ВКР;
- заслушивают доклад студента;
- зачитывается рецензия, и заслушиваются ответы студента на вопросы и замечания рецензента;

- члены экзаменационной комиссии и присутствующие задают вопросы;
- студент отвечает на вопросы членов экзаменационной комиссии и присутствующих;
- секретарь экзаменационной комиссии или руководитель ВКР зачитывает отзыв руководителя.

Выпускная квалификационная работа оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Общая оценка работы выпускника определяется с учетом его теоретической подготовки, качества выполнения, оформления работы, доклада, ответов на вопросы рецензента, членов экзаменационной комиссии и присутствующих на защите, отзыва руководителя.

Оценка «отлично» выставляется выпускникам, показавшим высокую теоретическую подготовку и степень научной проработки ВКР, умеющим оценить свой личный вклад в работу, использующим при выполнении работы современные компьютерные технологии, с отличным качеством выполнения и оформления работы, полностью ответивших на вопросы рецензента и членов ГАК.

Оценка «хорошо» выставляется выпускникам, показавшим основательную теоретическую подготовку по теме ВКР и смежным разделам, выполнившим разделы ВКР в соответствии с требованиями ГОС, допустившим незначительные ошибки при оформлении работы, при ответах на вопросы рецензента и членов ГАК.

Оценка «удовлетворительно» выставляется выпускникам, показавшим знание основных теоретических вопросов по теме ВКР, выполнившим разделы ВКР в соответствии с требованиями ГОС, допустивших несущественные ошибки при оформлении работы, допустивших несколько существенных ошибок при ответах на вопросы рецензента и членов ГАК.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется выпускникам, в знаниях которых по основным теоретическим вопросам по теме ВКР имеются существенные пробелы, выполнившим разделы ВКР с отклонениями от требований ГОС, допустившим существенные

ошибки при оформлении работы, допустившим существенные ошибки при ответах на вопросы рецензента и членов ГАК.

Экзаменационная комиссия отмечает новизну и актуальность темы, степень научной проработки, использование современных компьютерных технологий, практическую значимость результатов ВКР и подтверждает ее соответствие требованиям ФГОС. Экзаменационная комиссия по защите ВКР выделяет работы, выполненные на реальные темы по заказу предприятия, имеющие научную и практическую ценность и рекомендуемые для внедрения и/или публикации.

В тот же день, после оформления протокола заседания экзаменационной комиссии по защите ВКР, выпускникам объявляют результаты защиты выпускных квалификационных работ.

Выпускникам, достигшим особых успехов в освоении профессиональной образовательной программы, прошедшим все виды итоговых аттестационных испытаний с оценкой «отлично» и сдавшим предыдущие экзамены и дифференцированные зачеты с оценкой «отлично» не меньше, чем по 75 % всех дисциплин, вносимых в приложение к диплому, а по остальным дисциплинам, вносимым в это приложение, с оценкой «хорошо» (без учета оценок по факультативным дисциплинам и военной подготовке), государственная аттестационная комиссия принимает решение о выдаче диплома с отличием.

6.4. По желанию студента разрешается представление ВКР на иностранном языке. Для организации защиты такой работы необходимо:

- представить пояснительную записку и демонстрационный (графический) материал на иностранном языке;
- остальные документы представить в экзаменационную комиссию на русском языке;
- дополнительно на русском языке для каждого члена экзаменационной комиссии представить титульный лист пояснительной записки со всеми необходимыми подписями, реферат, содержание работы, выводы по разделам и заключение;
- обеспечить присутствие переводчика на заседании экзаменационной комиссии;

- включить в состав экзаменационной комиссии по защите ВКР (по усмотрению председателя комиссии) 1–2 временных членов из числа преподавателей университета, свободно владеющих иностранным языком.

Дополнительные расходы по организации защиты на иностранном языке несет заинтересованный студент (или его спонсоры).

6.5. Студент, не прошедший в течение установленного срока обучения одно из итоговых аттестационных испытаний, отчисляется из университета и получает соответствующий документ государственного образца.

Повторное прохождение итоговых аттестационных испытаний назначается не ранее чем через три месяца и не позднее чем через пять лет после прохождения итоговой государственной аттестации впервые. Повторные итоговые аттестационные испытания не могут назначаться более двух раз. Дата повторного прохождения итоговых аттестационных испытаний определяется председателем ГАК.

Студентам, не прошедшим итоговых аттестационных испытаний по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других уважительных случаях, документально подтвержденных), должна быть предоставлена возможность пройти итоговые аттестационные испытания без отчисления из университета.

Дополнительные заседания государственных аттестационных комиссий организуются в сроки, определенные в установленном порядке, но не позднее четырех месяцев после подачи заявления студентом, не проходившим итоговых аттестационных испытаний по уважительной причине.

Пересдача государственных экзаменов и повторная защита выпускных квалификационных работ с целью повышения положительной оценки не разрешается. Апелляции на решения экзаменационных комиссий по всем видам итоговых аттестационных испытаний и Государственной аттестационной комиссии не принимаются, за исключением случаев нарушения Устава университета и настоящей процедуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.03.01. Химическая технология. Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 22.12.2009 № 792.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата). Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 № 227.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.04.01. Химическая технология. Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 21.11.2014 № 1494.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры). Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 20.11.2014 № 1480.
6. Методические рекомендации по определению структуры и содержания государственных аттестационных испытаний (письмо Минобрнауки Российской Федерации от 18 мая 2002 г. № 14-555-359 ин/15).

7. Положение об итоговой аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденное приказом Минобрнауки Российской Федерации от 25 марта 2003 г. № 1155 (зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации от 5 мая 2003 г. № 4490).
8. Приказ ректора университета «О введении в действие требования к выпускным квалификационным работам бакалавра, специалиста, магистра в системе многоуровневого образования УрФУ» от 30.03.2015 г. № 239/03.
9. Документированная процедура университета «Итоговая государственная аттестация» СМК-ДП-8.2А. 4-02-2010.
10. ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Задание на выполнение ВКР

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Институт_химико-технологический _____
Кафедра_химической технологии топлива и промышленной экологии _____
Направление (специальность) _____

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой_ХТТ и ПЭ _____

(подпись) (Ф. И. О.)
« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

студента _____ группы
(фамилия, имя, отчество)

1 Тема ВКР _____

Утверждена распоряжением по факультету от « ____ » _____ 20.... г. № _____

2 Руководитель _____
(Ф. И. О., должность, ученое звание, ученая степень)

3 Исходные данные к работе _____

4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) _____

5 Перечень демонстрационных материалов _____

6 Консультанты по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял

7 Календарный план

Наименование этапов выполнения работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении

Руководитель _____
(подпись) _____ Ф. И. О.

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

8 Выпускная работа закончена « ____ » _____ 20. г.

Пояснительная записка и все материалы просмотрены

Оценка консультантов: * а) _____ б) _____
в) _____ г) _____

Считаю возможным допустить _____
к защите его выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии.

Руководитель _____

9 Допустить _____ к защите выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20... г.)

Зав. кафедрой _____

Бланк отзыва руководителя ВКР

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

ОТЗЫВ

руководителя выпускной квалификационной работы

Тема ВКР _____

Студент _____ при работе над ВКР проявил себя следующим образом:

1 Степень творчества _____

2 Степень самостоятельности _____

3 Работоспособность, прилежание, ритмичность _____

4 Уровень специальной подготовки студента _____

5 Возможность использования результатов в народном хозяйстве _____

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ф. И. О. руководителя ВКР _____

Должность _____ Кафедра _____

Уч. звание _____ Уч. степень _____

Подпись _____ Дата _____

Бланк рецензии на ВКР магистра

Министерство образования и науки РФ
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

РЕЦЕНЗИЯ на ВКР магистра

Студента _____ группы _____
(фамилия имя отчество)

Тема ВКР: _____

1 Актуальность _____

2 Оригинальность и глубина проработки разделов ВКР _____

3 Общая грамотность и качество оформления записки _____

4 Вопросы и замечания _____

5 Общая оценка работы _____

Сведения о рецензенте:

Ф. И. О. _____

Должность _____

Место работы _____

Уч. звание _____

Уч. степень _____

Подпись _____ Дата _____

Образец шаблона титульного листа ВКР

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»
Институт Химико-технологический
Кафедра химической технологии топлива и промышленной экологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГАК
Зав. кафедрой ХТТ и ПЭ

(подпись) (Ф. И. О.)
« _____ » 20 ____ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)

Пояснительная записка
280201 000000 ПЗ

Руководитель	И. О. Фамилия
Консультант по экономике	И. О. Фамилия
Консультант по БЖД	И. О. Фамилия
Нормоконтролер, к. т. н., зав. кафедрой	И. О. Фамилия
Студент гр.	И. О. Фамилия

Екатеринбург
20 ____

Пример оформления содержания ВКР

Пример 1 — к ВКР-проекту по направлению 18.03.01

Содержание

	Стр.
Введение..	8
1 Природный газ.....	9
1.1 Основные требования к качеству природного газа, как товарного продукта...	9
1.2 Виды природного газа по содержанию серы.....	12
1.3 Природный газ Оренбургского месторождения.....	13
2 Общая характеристика методов очистки газа от сернистых соединений	15
2.1 Процессы химической абсорбции	17
2.1.1 Процессы очистки аминами..	17
2.1.2 Процессы очистки растворами солей щелочных металлов.....	20
2.1.3 Процессы очистки растворами щелочей	21
2.2 Процессы физической абсорбции	25
2.2.1 Процессы очистки гликолями.....	26
2.2.2 Процесс «Пуризол»	29
2.2.3 Процесс «Селексол».....	30
2.3 Комбинированные процессы	33
2.4 Окислительные процессы	36
2.4.1 Процесс «Феррокс»	37
2.4.2 Процесс «Таусенд»	38
2.5 Процесс химической адсорбции.....	39
2.6 Процесс физической адсорбции	39
2.7 Каталитические методы очистки.....	40
2.8 Принцип выбора поглотителя.....	42
Вывод	42
3 Технологическая часть	43
3.1 Щелочной метод очистки пропан-бутановой фракции от сернистых соединений на ООО «Газпромдобыча Оренбург».....	43

3.2 Существующий метод регенерации щелочного раствора на ООО «Газпромдобыча Оренбург».....	45
3.3 Совершенствование метода регенерации раствора щелочи с получением дисульфидного масла	46
Вывод	49
4 Расчетная часть	50
4.1 Материальный баланс щелочной очистки природного газа	50
4.2 Материальный баланс регенерации раствора щелочи и получения дисульфидного масла	52
4.3 Тепловой баланс регенерации щелочного раствора и получения дисульфидного масла	53
4.4 Расчет основных параметров барботажного реактора	56
4.5 Расчет основных параметров трехфазного отстойника.....	57
Вывод	59
5 Экономическая часть	60
5.1 Получение новой товарной продукции.....	60
5.2 Расчет общей суммы капитальных вложений.....	61
5.3 Расчет прироста годовых эксплуатационных затрат	63
5.4 Расчет прироста прибыли и срока окупаемости	64
Вывод	64
6 Безопасность жизнедеятельности	66
Краткая характеристика объекта	66
6.1 Введение	66
6.2 Вредные и опасные факторы	68
6.2.1 Микроклимат на рабочем месте.....	68
6.2.2 Защита от шума и вибрации	70
6.2.3 Освещение	71
6.2.4 Вентиляция.....	73
6.2.5 Вредные вещества	73
6.2.6 Электробезопасность.....	75
6.2.7 Эргономика рабочего места.....	76
6.3 Взрывопожаробезопасность.....	78
6.4 Чрезвычайные ситуации.....	79
7 Заключение	84
Список использованных источников	86
Приложение	89

Содержание

	Стр.
Введение	6
1 Литературный обзор	8
1.1 Пластические свойства коксующихся углей и значение их точного измерения в процессе получения шихты для производства металлургического кокса.....	8
1.2 Поведение угольной загрузки в камере коксования коксовой печи.....	9
1.2.1 Тепловые процессы и формирование коксового пирога.....	9
1.2.2 Формирование коксового пирога	13
1.3 Основы рационального шихтования углей.....	17
1.4 Способы оценки пластических свойств спекающихся углей	19
1.4.1 Метод определения дилатометрических показателей в приборе Одибера-Арну.....	19
1.4.2 Метод определения типа кокса по Грей-Кингу.....	21
1.4.3 Метод определения показателя свободного вспучивания в тигле	24
1.4.4 Метод определения спекающей способности по Рога	25
1.4.5 Метод Гизелера с постоянным вращающим моментом	25
1.4.6 Метод определения числа вспучивания по ИГИ-ВУХИН	26
1.4.7 Метод определения пластометрических показателей в приборе Л. М. Сапожникова на стандартном аппарате.....	26
1.4.8 Метод определения пластометрических показателей в приборе Л. М. Сапожникова на современном автоматизированном аппарате... 337	
1.5 Требования, предъявляемые к угольной шихте для производства доменного кокса оптимального качества.....	38
1.6 Анализ причин расхождения показателей спекающих и коксующих свойств углей в различных лабораториях	40
1.7 Опыт сравнительного определения пластометрических показателей углей на стандартном и автоматизированном пластометрических аппаратах	49
2 Экспериментальная часть	52
2.1 Подготовка проб для пластометрического анализа	52
2.2 Подготовка пластометрического аппарата для проведения анализа.....	53
2.2.1 Настройка опытного аппарата для проверки удельного давления на пробу угля.....	53
2.2.2 Подготовка стаканов и штампов.....	57

2.3 Проведение опытов.....	57
2.3.1 Изучение влияния толщины асбестовой прокладки	57
2.3.2 Изучение влияния давления на испытываемую пробу угля.....	58
2.3.3 Изучение влияния количества мелочи в угольной пробе.....	59
2.4 Обсуждение результатов исследования	60
2.4.1 Влияние толщины асбестовой прокладки	60
2.4.2 Влияние давления на испытываемую пробу угля	61
2.4.3 Влияние количества мелочи в угольной пробе.....	61
3 Экономическая часть.....	63
4 Расчеты.....	63
4.1 Расчет затрат на выполнение научно-исследовательской работы	63
4.2 Расчеты величины или характеристики составляющих ожидаемого экономического эффекта	65
5 Безопасность жизнедеятельности	68
5.1 Безопасность труда	68
5.3 Микроклимат.....	69
5.4 Вентиляция	69
5.5 Шум и вибрация.....	70
5.6 Освещение	71
5.7 Эргономичность	73
5.8 Электробезопасность.....	74
5.9 Взрывопожаробезопасность.....	74
5.10 Чрезвычайные ситуации.....	76
Заключение	84
Список использованных источников	86
Приложение	89

Образец оформления списка литературы (по ГОСТ 7.1)

Статья в серийном издании:

Авторов не более трех:

Иванов И. И., Петров А. А., Сидоров И. В. Исследование процессов течения // Изв. АН СССР. Сер. «Э». — 1982. — № 2. — С. 71–77.

Авторов не более четырех:

Исследование процессов течения / И. И. Иванов, А. А. Петров, И. В. Сидоров, Е. К. Зайцев // МТТ, сер. 11. — 1985. — № 3. — С. 11–12.

Авторов более четырех:

Исследование процессов течения / И. И. Иванов, А. А. Петров, И. В. Сидоров и др. // Вестн. МГУ. Сер. 5. — 1985. — Т. 3, № 4. — С. 11–12.

Статья в книге и сборнике:

Исследование процессов релаксации / И. И. Иванов, Е. И. Зайцев // Механика деформирования : сб. науч. трудов ИПМ. — М., 1983. — Вып. 3. — С. 94–96.

Зайцев В. И. Разрушение пластмасс // Прочность : учеб. пособие / А. В. Петров, И. И. Сидоров, В. А. Сухов и др. — М., 1983. — С. 155–166.

Книга:

количество авторов не более трех

Прохоров И. В. Исследование процессов. — М. : Наука, 1978. — 321 с.

авторов не более четырех:

Надежность : учеб. пособие / И. И. Иванов, П. П. Петров, С. С. Сидоров, Е. М. Зайцев. М. : МГУ, 1983. М. — 120 с.

авторов более четырех:

Сотрудничество / И. И. Иванов, П. П. Петров, С. С. Сидоров и др. : АН СССР. ИПМ. — Киев : Наук. думка, 1933. — 270 с.

Диссертация и автореферат:

Иванов И. И. Методы исследования : дис. ... канд. техн. наук. — М., 1982. — 212 с.

Петров П. П. Методы прогнозирования : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1983. — 27 с.

Петров П. П. Методы прогнозирования : дис. ... д-ра техн. наук / ЦНИИ. — Инв. № 46667. — М., 1983. — 273 с.

Авторское свидетельство:

А. С. 10079 СССР, МКИ В25М25/00. Устройство систем / А. К. Киселев. — № 3160005/25–28; Заявл. 23.11.81; Оpubл. 30.03.83; Приоритет 26.06.82.

Статья на депоненте:

Лисипин Л. Г., Медведев А. И. Определение характеристик / ЦНИИ. — М., 1933. — 18 с. — Деп. в ЦНИИНТИ 27.02.83; № 13924.

Определение характеристик / Л. Г. Лисицин, А. И. Медведев; ЦНИИ. — М., 1333. — 18 с. — Деп. в ЦНИИНТИ 27.02.83; № 13924. — Ref. в ИНПЛ. — 1984. — Вып. 4. — С. 9–10.

Перевод статьи и др. материалов:

Исследование систем / ВЦП. — № 4314. — М., 13.04.84. — 34 с. — Пер. ст. из журн.: МММ — 1980. — 19; № 4. — Р. 478–487.

Исследование систем / ВЦП. — № 4314. — 34 с. — Пер. ст.

Исследование систем / ВЦП. — № 4314. — 34 с. — Пер. материала фирмы: МММ–1978. — 29 р. США.

Исследование систем / ВЦП. — № 4314. — М., 13.04.84. — 34. — Пер. кн.: МММ 1977. — 215 р.

**Нормативные документы типа ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП,
ТУ, РД:**

ГОСТ 12.1 003-76. Способ списания. — Взамен ГОСТ 12.1.001-70; Введ. 01.01.78 до 01.07.84. — 9 с. — Группа 019.

**Программы ОФАП САПР, методические рекомендации;
инструкции:**

Математическое моделирование: программа / ЦНИИ; Е. К. Зайцев. — Инв. № 3445. — М., 1978. — 25 с. — Реф. в Бюлл. Алгоритмы и программы САПР. — 1980. — № 19. — С. 44–45.

Расчет премии : программа / НПО «Ель»; А. В. Кедров. — Инв. № 48834. — Пермь, 1980. — 21 с. — Деп. в ЦНИИ; ОФАП САПР 06.06.80; Рег. № 789; Инв. № 48003 ДО. — Реф в Бюлл. Алгоритмы и программы САПР. — 1981. — № 20. — С. 13.

Методическое руководство по расчету на прочность / ЦНИИ; НПО «Ель» — Инв. № 11102. — М., 1971. — 112 с.

Отчеты организации:

Отработка системы : отчет о НИР (заключит.) / ЦНИИ; Руководитель Ю. И. Краснов; И. И. Иванов, П. П. Петров, С. С. Сидоров и др. — Шифр темы «Талант»; ГР № Я 677789; Инв. № 46773. — М., 1985. — 77 с.

Отработка системы : отчет о НИР (заключит.) / ЦНИИ; Руководитель Ю. И. Краснов. — Шифр темы «Талант»; ГР № Я 677789; Инв. № 46773. — М., 1985. — 77 с. — Отв. исполн. И. И. Иванов, П. П. Петров, С. С. Сидоров и др.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общие положения	6
2. Требования к профессиональной подготовленности выпускника	8
3. Требования к организации выполнения выпускных квалификационных работ	26
4. Требования по содержанию и оформлению выпускных квалификационных работ	34
5. Правила оформления работы	94
6. Защита выпускной квалификационной работы	98
Библиографический список	103
Приложения	105

Учебное издание

Белоусова Ольга Александровна

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СТУДЕНТА-ХИМИКА:
содержание, оформление, защита

Учебное пособие

Зав. редакцией *М. А. Овечкина*
Редактор *Е. Е. Крамаревская*
Корректор *Е. Е. Крамаревская*
Компьютерная верстка *Н. Ю. Михайлов*

План выпуска 2015 г. Подписано в печать 20.07.2015.
Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 5,8. Усл. печ. л. 7,0. Тираж 80 экз. Заказ № 287.

Издательство Уральского университета
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ.
620000, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Тел.: +7 (343) 350-56-64, 350-90-13.

Факс: +7 (343) 358-93-06.

E-mail: press-urfu@mail.ru

Для заметок

